Governo do Estado do Ceará
Secretaria da Educação

Escola Estadual de Educação Profissional - EEEP

Ensino Médio Integrado à Educação Profissional

Curso Técnico em Automação Industrial

Hidráulica e Pneumática

GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria da Educação

Governador
Cid Ferreira Gomes

Vice Governador
Domingos Gomes de Aguiar Filho

Secretária da Educação
Maria Izolda Cela de Arruda Coelho

Secretário Adjunto
Maurício Holanda Maia

Secretário Executivo
Antônio Idilvan de Lima Alencar

Assessora Institucional do Gabinete da Seduc
Cristiane Carvalho Holanda

Coordenadora da Educação Profissional – SEDUC
Andréa Araújo Rocha

Material parcialmente baseado em apostila gentilmente cedida pela Associação Brasileira de Manutenção – Ceará – ABRAMAN-CE

Índice

Capitulo 1 – Desenvolvimento da Técnica do Ar Comprimido 3
Capitulo 2 – Produção do Ar Comprimido 8
Capitulo 3 – Distribuição do Ar Comprimido 16
Capitulo 4 – Preparação do Ar Comprimido 21
Capitulo 5 – Elementos Pneumáticos de Trabalho 30
Capitulo 6 – Válvulas Pneumáticas 42
Capitulo 7 – Confecção de Circuitos Pneumáticos 63
Capitulo 8 – Simbologia Pneumática 77
Capitulo 9 – Noções de Manutenção de Hidráulica Industrial 87
Capitulo 10 – Atuadores e Válvulas 101
Capitulo 11 – Circuitos pneumáticos e Hidráulicos 110

Bibliografia 121

CAPITULO 1

DESENVOLVIMENTO DA TÉCNICA DO AR COMPRIMIDO

1.1 INTRODUÇÃO

Embora a base da pneumática seja um dos mais velhos conhecimentos da humanidade foi preciso aguardar o século XIX para que o estudo do seu comportamento e propriedades se tornasse sistemático. Porém, pode-se dizer que somente após o ano de 1950 é que ela foi realmente introduzida no meio industrial.

Antes, porém, já existiam alguns campos de aplicação e aproveitamento da pneumática, como por exemplo, a indústria de mineração, a construção civil e a indústria ferroviária (freio a ar comprimido).

A introdução de forma mais generalizada da pneumática na indústria, começou com a necessidade, cada vez maior, da automatização e racionalização dos processos de trabalho.

Apesar da sua rejeição inicial, quase que sempre proveniente da falta de conhecimento e instrução, ela foi aceita e o número de campos de aplicação tornou-se cada vez maior.

Hoje, o ar comprimido tornou-se indispensável, e nos mais diferentes ramos industriais instalam-se equipamentos pneumáticos.

1.2 PROPRIEDADES DO AR COMPRIMIDO

1.2.1 Vantagens do ar comprimido

QUANTIDADE: o ar, para ser comprimido, se encontra em quantidades ilimitadas praticamente em todos os lugares.

TRANSPORTE: o ar comprimido é facilmente transportável por tubulações, mesmo para distâncias consideravelmente grandes. Não há necessidade de preocupação com o retorno do ar.

ARMAZENAMENTO: no estabelecimento não é necessário que o compressor esteja em funcionamento contínuo. O ar pode ser sempre armazenado em um reservatório e, posteriormente, tirado de lá. Além disso, é possível o transporte em reservatórios.

TEMPERATURA; o trabalho realizado com ar comprimido é insensível às oscilações da temperatura. Isto garante, também em situações térmicas extremas, um funcionamento seguro.

SEGURANÇA: Não existe o perigo de explosão. Portanto, não são necessárias custosas proteções contra explosões.

LIMPEZA: o ar comprimido é limpo. O ar que eventualmente escapa das tubulações ou outros elementos inadequadamente vedados, não polui o ambiente. Esta limpeza é uma exigência, por exemplo, nas indústrias alimentícias, madeireiras, têxteis e químicas.

CONSTRUÇÃO DOS ELEMENTOS: Os elementos de trabalho são de construção simples e, portanto, de custo vantajoso.

VELOCIDADE: o ar comprimido é um meio de trabalho rápido, permitindo alcançar altas velocidades de trabalho. (A velocidade de trabalho dos cilindros pneumáticos oscila entre 1-2 m/seg.).

REGULAGEM: As velocidades e forças de trabalho dos elementos a ar comprimido são reguláveis sem escala.

PROTEÇÃO CONTRA SOBRECARGA; Os elementos e ferramentas a ar comprimido são carregáveis até a parada total e, portanto seguros contra sobrecargas.

1.2.2 Limitações do ar comprimido

PREPARAÇÃO: o ar comprimido requer uma boa preparação. Impureza e umidade devem ser evitadas, pois provocam desgastes nos elementos pneumáticos.

COMPRESSIBILIDADE: Não é possível manter uniforme e constante as velocidades dos cilindros e motores pneumáticos mediante ar comprimido.

FORÇAS: o ar comprimido é econômico somente até uma determinada força, limitado pela pressão normal de trabalho de 700 kPa (7 bar), e também pelo curso e velocidade. 0 limite está fixado entre 20.000 a 30.000 N (2000 a 3000 kpa).

ESCAPE DE AR: o escape de ar é ruidoso. Com o desenvolvimento de silenciadores, este problema esta atualmente solucionado.

1.3 FUNDAMENTOS FISICOS

A superfície terrestre é totalmente cercada por uma camada de ar. Este ar, que é de interesse vital, é uma mistura gasosa da seguinte composição:

- Nitrogênio aproximadamente 78 % do volume,
- Oxigênio aproximadamente 21 % do volume.

Além disso, o ar contem resíduos de Dióxido de Carbono, Argônio, Hidrogênio, Neônio, Hélio, Criptônio e Xenônio.

Pare melhor compreender as leis do comportamento do ar, devemos antes considerar as grandezas físicas e sua classificação nos sistemas de medidas. Com o fim de estabelecer relações inequívocas e claramente definidas, os cientistas e técnicos na maioria dos países estio empenhados em definir um só sistema de medidas que será válido para todos, denominado 'SISTEMA INTERNACIONAL DE MEDIDAS', abreviadamente “SI”.

A seguinte apresentação estabelece a relação entre “SISTEMA TÉCNICO DE MEDIÇÃO” e novo “SISTEMA DE UNIDADES SI”.

1.3.1 Grandezas fundamentais

UNIDADES E SÍMBOLOS			
Unidade	**Símbolo**	**Sistema Técnico**	**Sistema S.I.**
Comprimento	L	Metro (m)	Metro (m)
Massa	M	Kp. S^2/m	Kilograma (kg)
Tempo	T	Segundos (s)	Segundos (s)
Temperatura	T	Celcius (^{0}C)	Kelvin (K)
Intensidade de Corrente	I	Ampère (A)	Ampère (A)
Intensidade Luminosa	I		Candella (cd)
Quantidade de Substância	N		Mol (mol)

1.3.2 Grandezas derivadas

Grandeza	Símbolo	Sistema Técnico	Sistema S.I.
Força	F	Kilopond (kp) Kilograma força (Kgf)	Newton (N) N = 2.1*SmKg*
Área	A	Metro quadrado (m²)	Metro quadrado (m²)
Volume	V	Metro cúbico (m³)	Metro cúbico (m³)
Vazão	Q	(m³/s)	(m³/s)
Pressão	P	Atmosfera (at) (kp/cm²)	Pascal (Pa) 1 Pa = 1N/m² 1 bar = 10^5Pa = 100KPa

1.3.3 Conversão de unidades

Massa	1(Kg) = *msKp*2.81,91
Força	1(Kp) = 9,81 (N) para cálculos aproximados pode-se empregar 1Kp = 10N
Temperatura	Diferença de temperatura: 1^0C = 10 K (kelvin) Ponto zero: 0^0C = 273 K (kelvin)
Pressão	Além das unidades de pressão mencionadas (at no sistema técnico, bem como Bar e Pascal no sistema SI), outras expressões serão ainda usadas frequentemente. Para completar o já exposto, as mesmas serão apresentadas a seguir. 1) Atmosfera, at (pressão absoluta no sistema técnico) 1 at = 1 kp/cm² = 0,981 bar (98,1 KPa)
	2)Pascal, Pa Bar, (bar) (pressão absoluta no sistema padrão SI) 1 Pa = $\frac{1N}{m^2}$ = 10^{-5} bar 1 bar = $\frac{10^5 N}{m^2}$ = 10^5Pa = 1,02 at
	3) Atmosfera física, atm (pressão absoluta no sistema físico) 1atm = 1,033 at = 1,013 bar (101,3 kPa)
	4) Coluna de mercúrio, mm Hg (corresponde a unid. de pressão Torr) 1mm Hg = 1 Torr 1at = 736 Torr, 100kPa (1 bar) = 750 Torr (Torricelli)

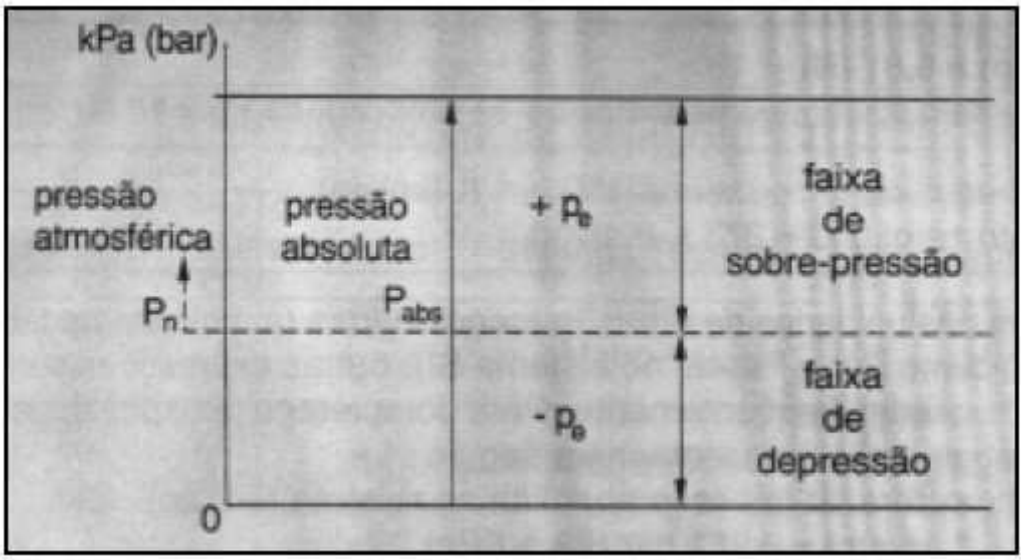
Como tudo na terra está submetido a pressão atmosférica, ela não é notada. Portanto, toma-se a correspondente pressão atmosférica P_{amb} como pressão de referência e qualquer valor acima desta, se designa de sobre-pressão P_e.

1.3.4 Escalas de pressão

A pressão do ar não é sempre constante. Ela muda de acordo com a situação geográfica e as condições atmosféricas. A faixa compreendida entre a linha zero absoluto e a linha variável da pressão do ar são denominados faixa de depressão (-Pe) e a faixa que está acima dessa linha, denomina-se de sobre-pressão ($+P_e$).

A pressão absoluta P_{abs} é constituída das pressões $-p_e$ e $+p_e$. Na prática são utilizados manômetros que somente indicam a sobre-pressão ($+p_e$). Na indicação da pressão P_{abs} o valor marcado é aumentado de 100kPa (1 bar).

Com a ajuda das grandezas básicas apresentadas é possível explicar as principais características físicas do ar.



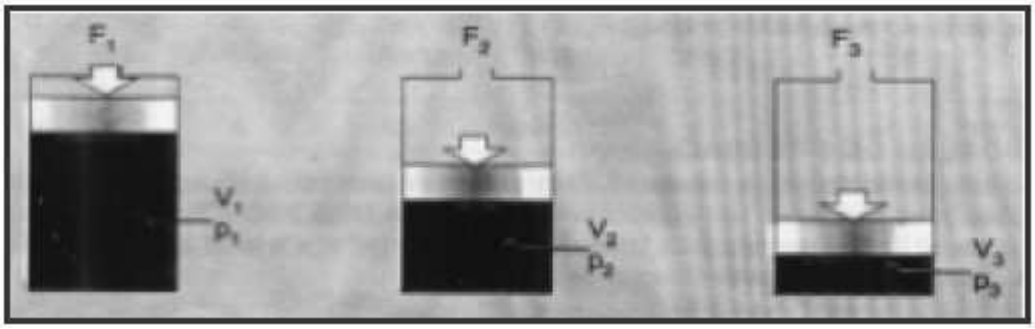
1.3.5 Compressibilidade do ar

Como todos os gases o ar comprimido não tem uma forma definida. O ar se altera à menor resistência, ou seja, ele se adapta a forma do ambiente. O ar se deixa comprimir (compressão), mas tende sempre a se expandir (expansão).

O que nos demonstra isto é a lei de BOYLE-MARIOTTE.

Sob temperatura constante, o volume de um gás fechado em um recipiente é inversamente proporcional à pressão absoluta, quer dizer, o produto da pressão absoluta e o volume são constantes para uma determinada quantidade de gás.

$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 = P_3 \cdot V_3$ = Constante

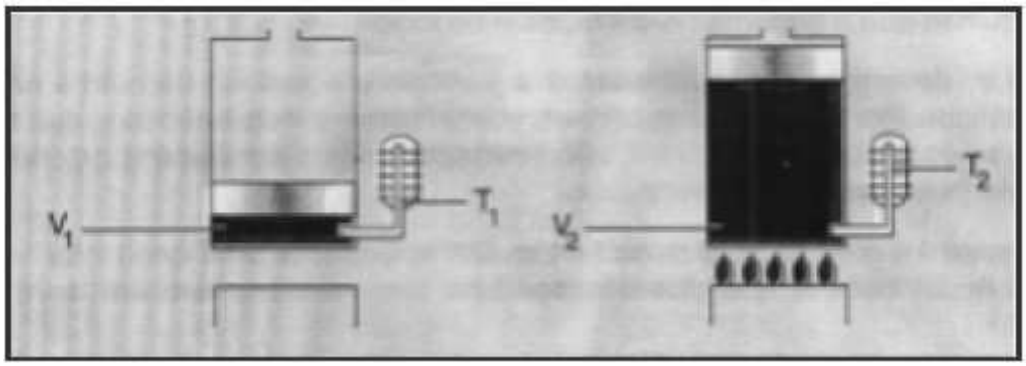


Se a pressão permanece constante e a temperatura se eleva 1 K partindo de 273 K, o ar se dilata 1 / 2731 do seu volume.

Isto É demonstrado pela lei de Gay-Lussac:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

V_1= volume na temperatura T_1
V_2= volume na temperatura T_2



Para o ar comprimido vale também a equação geral dos gases.

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} = \text{Constante}$$

CAPITULO 2

PRODUÇÃO DO AR COMPRIMIDO

2.1 INSTALAÇÃO DE PRODUÇÃO

Para a produção de ar comprimido são necessários compressores, os quais comprimem o ar para a pressão de trabalho desejada. Na maioria dos acionamentos e comandos pneumáticos se encontra, geralmente, uma estação central de distribuição de ar comprimido. Não é necessário calcular e planejar a transformação e transmissão da energia para cada consumidor individual. A instalação de compressão fornece o ar comprimido para os devidos lugares através de uma rede tubular.

Instalações móveis de produção são usadas, principalmente, na indústria de mineração, ou para máquinas que frequentemente mudam de local.

Já ao projetar, devem ser consideradas a ampliação e aquisição de outros novos aparelhos pneumáticos. Por isso é necessário sobredimensionar a instalação para que mais tarde não venha se constatar que ela está sobrecarregada. Uma ampliação posterior da instalação se torna geralmente muito cara.

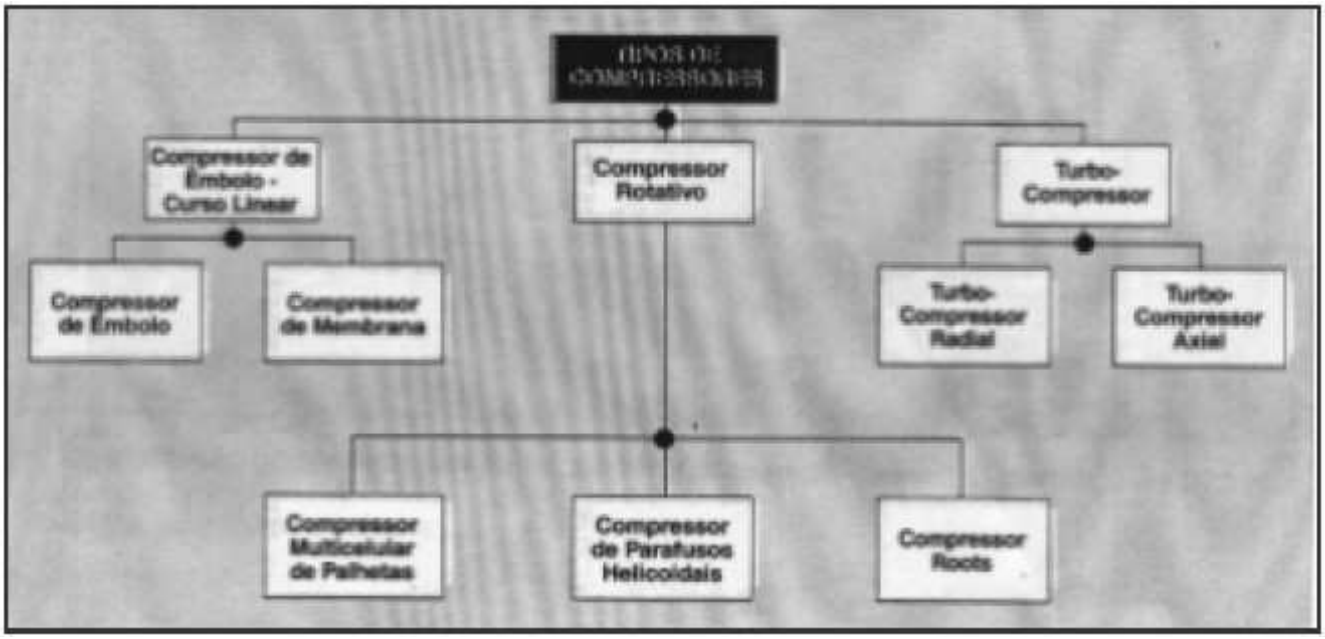
Muito importante é o grau de pureza do ar. Um ar limpo garante uma longa vida útil da instalação. A utilização correta dos diversos tipos de compressores também deve ser considerado.

2.2 TIPOS DE COMPRESSORES

Serão diferenciados dois tipos básicos de compressores.

O primeiro se trata de um tipo baseado no princípio de redução de volume. Aqui se consegue a compressão, sugando o ar para um ambiente fechado, e diminuindo-se posteriormente o tamanho destes ambientes. Este tipo de construção denomina-se compressor de êmbolo ou pistão (compressores de êmbolo de movimento linear).

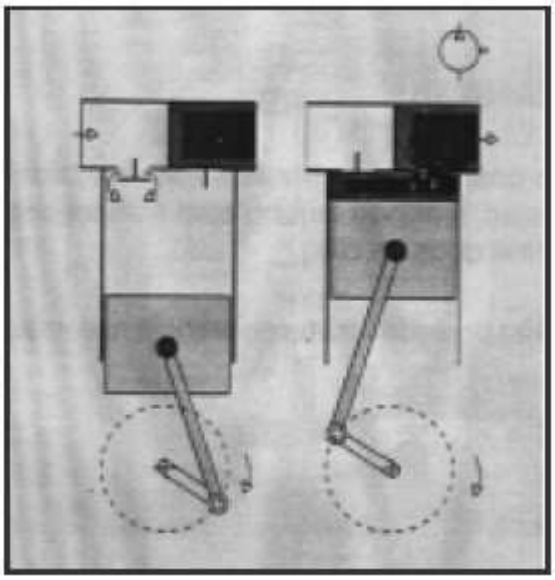
O outro tipo de construção funciona segundo o principio de fluxo. Sucção do ar de um lado e compressão no outro por aceleração da massa (turbina).



2.2.1 Compressor de êmbolo

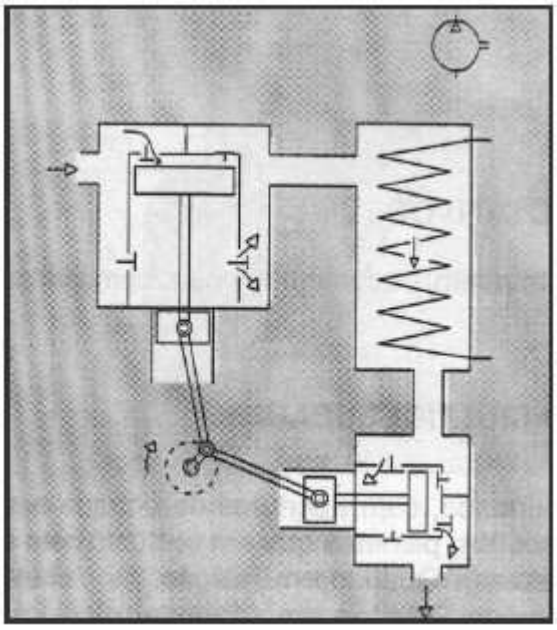
COMPRESSOR DE PISTÃO

Este tipo de compressor de êmbolo com movimento linear é hoje o mais utilizado. Ele é apropriado não só para baixas e médias pressões, mas também para altas pressões- o campo de pressão é de cerca de 100 kPa (1 bar) até milhares de kPa.



COMPRESSOR DE PISTÃO DE 2 OU MAIS ESTAGIOS

Para se obter ar a pressões elevadas, são necessários compressores de vários estágios de compressão. O ar aspirado será comprimido pelo primeiro êmbolo (pistão), refrigerado intermediariamente, para logo ser comprimido pelo segundo êmbolo (pistão). O volume da segunda câmara de compressão é, em relação ao primeiro, menor. Durante o trabalho de compressão se torna uma quantidade de calor, que tem que ser eliminada pelo sistema de refrigeração.



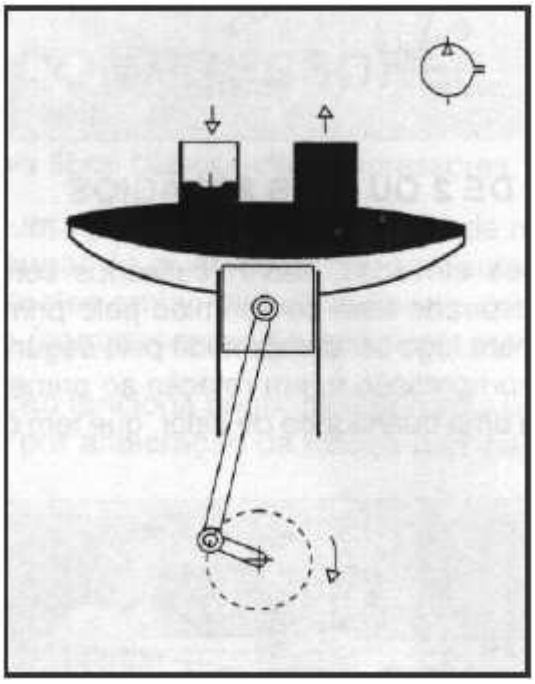
Os compressores de êmbolo podem ser refrigerados por ar ou água. Para pressões mais elevadas são necessários mais estágios, como segue:

até 400kPa (4 bar), 1 estágio
até 1500kPa (15 bar), 2 estágios
acima de 1500kPa (15 bar), 3 ou mais estágios

COMPRESSOR DE MEMBRANA

Este tipo pertence ao grupo dos compressores de êmbolo. Uma membrana separa o êmbolo da Câmara de trabalho; o ar não tem contato com as peças móveis. Portanto, o ar comprimido está isento de resíduos de óleo.

Estes compressores são utilizados com preferência nas indústrias alimentícias, farmacêuticas e químicas.



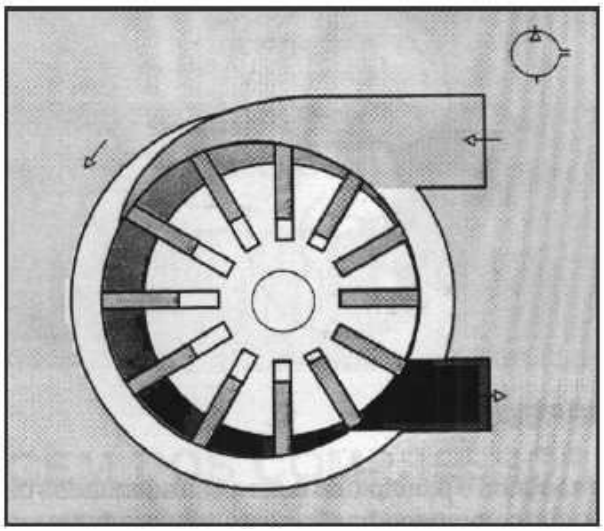
2.2.2 Compressores rotativos

Neste tipo, se estreitam (diminuem) os compartimentos, comprimindo então o ar contido em seu interior.

COMPRESSOR ROTATIVO MULTICELULAR

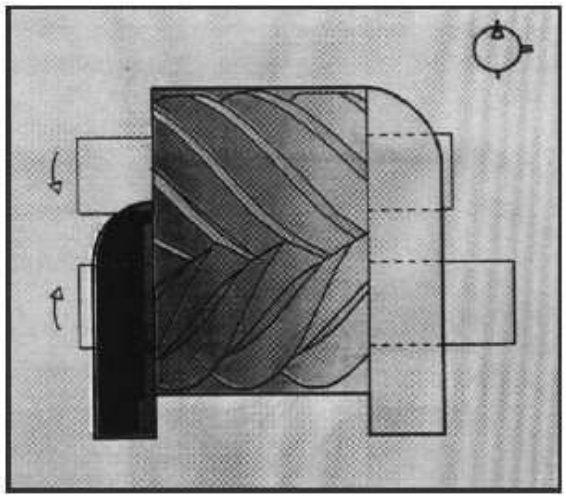
Em um compartimento cilíndrico, com aberturas de entrada e saída, gira um rotor alojado excentricamente. O rotor tem palhetas que em conjunto com as paredes, formam pequenos compartimentos (células). Quando em rotação, as palhetas serão pela força centrífuga apertadas contra a parede. Devido à excentricidade de localização do rotor há uma diminuição e aumento das células.

As vantagens deste compressor estão em sua construção, bem como em seu funcionamento silencioso, continuo e equilibrado, e no fornecimento uniforme de ar, livre de qualquer pulsação.



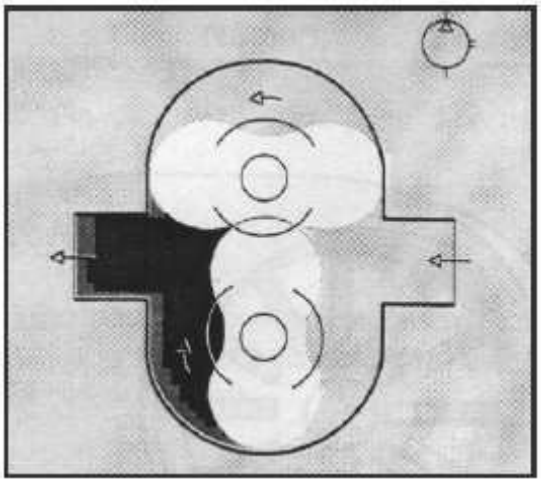
COMPRESSOR DUPLO PARAFUSO (DOIS EIXOS)

Dois parafusos helicoidais, Os quais, pelos perfis côncavo e convexo comprimem o ar que é conduzido axialmente.



COMPRESSOR ROOTS

Nestes compressores o ar é transportado de um lado para o outro sem alteração de volume. A compressão (vedação) é feita no lado da pressão pelos cantos dos êmbolos



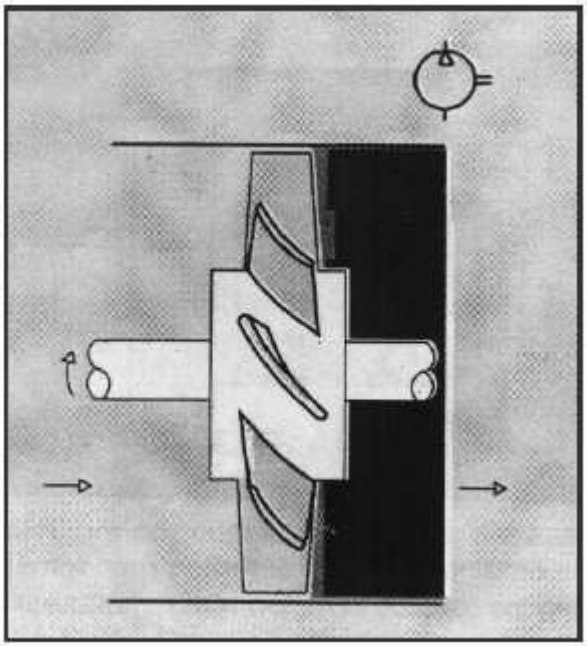
2.2.3 Turbo compressores

Estes tipos trabalham segundo o princípio de fluxo e são adequados para o funcionamento de grandes vazões. Os turbo compressores são construídos em duas versões: axial e radial.

Em ambos os tipos de construções o ar é colocado em movimento por uma ou mais turbinas, e esta energia de movimento é então transformada em energia de pressão.

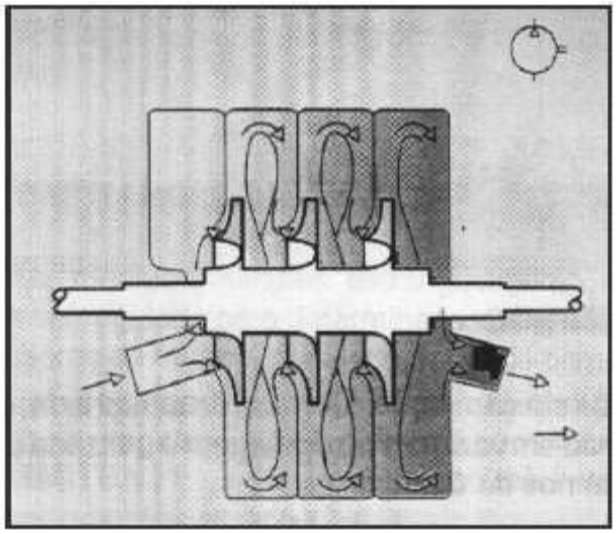
COMPRESSOR AXIAL

A compressão, neste tipo de compressor, se processa pela aceleração do ar aspirado no sentido axial do fluxo.



COMPRESSOR RADIAL

Neste tipo, o ar é impelido para as paredes da câmara e posteriormente em direção ao eixo e daí no sentido radial para outra câmara sucessivamente em direção à saída.



2.3 REGULAGEM DOS COMPRESSORES

Para combinar o volume fornecido com o consumo de ar é necessária uma regulagem dos compressores.

Dois valores limites pré-estabelecidos (pressão máxima/mínima), influenciam o volume.

Existem diferentes tipos de regulagem

Regulagem de marcha em vazia

a) Regulagem por descarga
b) Regulagem por fechamento
c) Regulagem por garras

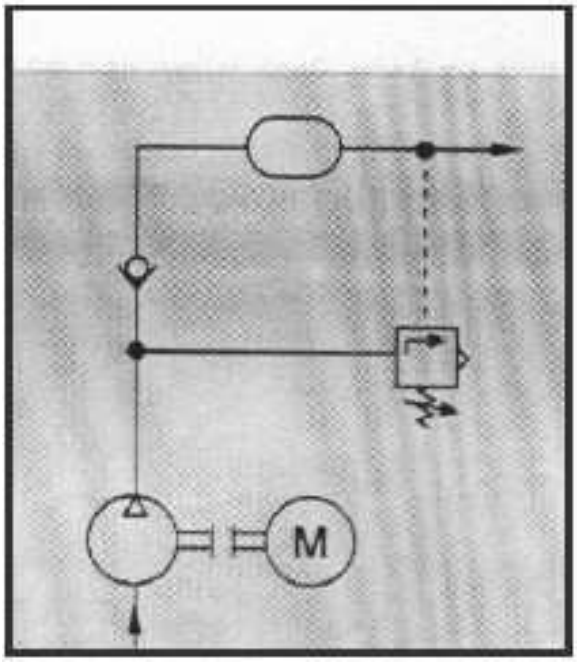
Regulagem de carga parcial

a) Regulagem na rotação
b) Regulagem por estrangulamento.

2.3.1 Regulagem de marcha em vazio

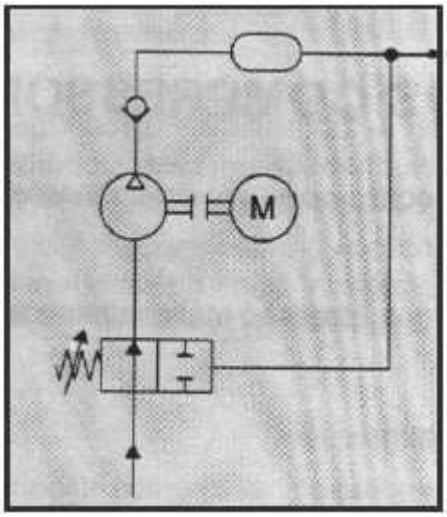
REGULAGEM POR DESCARGA

Na saída do compressor existe uma válvula limitadora de pressão. Quando no reservatório é alcançada a pressão desejada, a válvula abre dando passagem e permitindo que o ar escape para a atmosfera. Uma válvula de retenção impede o retorno do ar do reservatório para o compressor (usado somente em pequenas instalações).



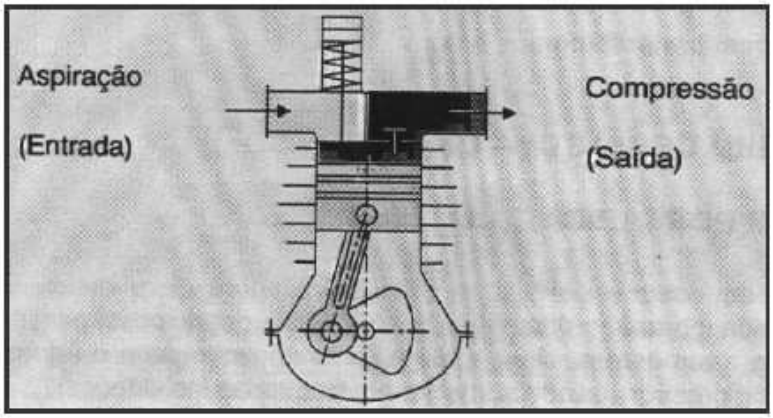
REGULAGEM POR FECHAMENTO

Neste tipo, é fechado o lado da sucção. Com a entrada de ar fechada, o compressor não pode aspirar e continua funcionando em vazio. Esta regulagem é utilizada principalmente em compressores rotativos e também nos de êmbolo.



REGULAGEM POR GARRAS

Esta é utilizada em compressores de embolo de grande porte. Mediante garras, mantém-se aberta a válvula de sucção, evitando assim que o compressor continue comprimindo. A regulagem é muito simples.



2.3.2 Regulagem de carga parcial

REGULAGEM NA ROTAÇÃO

Sobre um dispositivo, ajusta-se o regulador de rotação do motor a explosão. A regulagem da rotação pode ser feita manualmente ou também automaticamente, dependendo da pressão de trabalho.

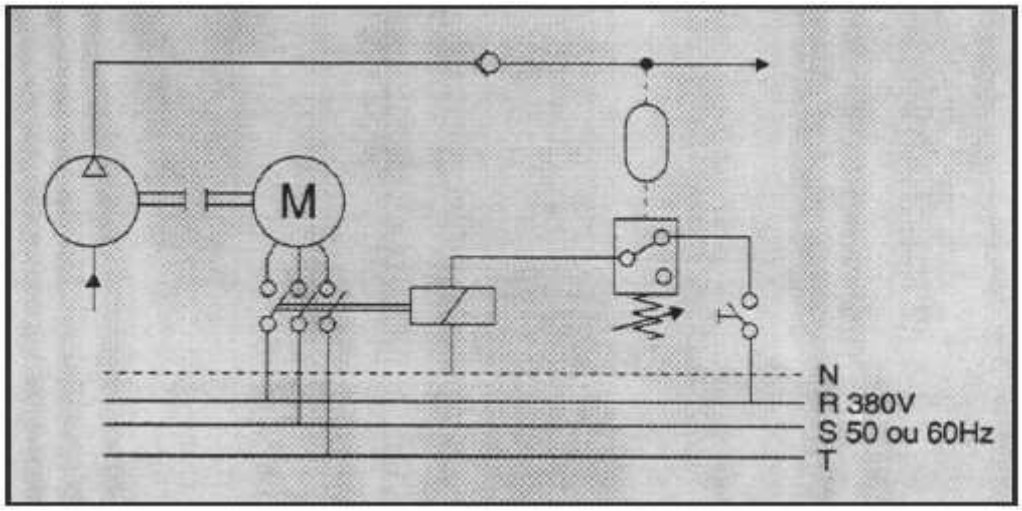
REGULAGEM POR ESTRANGULAMENTO

A regulagem se faz mediante simples estrangulamento no funil de sucção, e o compressor pode assim ser regulado para determinadas cargas parciais. Encontra-se esta regulagem em compressores de êmbolo rotativo e em turbo compressores.

REGULAGEM INTERMITENTE

Com esta regulagem, o compressor funciona em dois campos (carga máxima e parada total). Ao alcançar a pressão máxima, o motor acionador do compressor é desligado e quando a pressão chega ao mínimo, o motor é ligado, e o compressor trabalha novamente.

A frequência de comutação pode ser regulada num pressostato, e para que os períodos de comando possam ser limitados a uma média aceitável, é necessário um grande reservatório de ar comprimido.

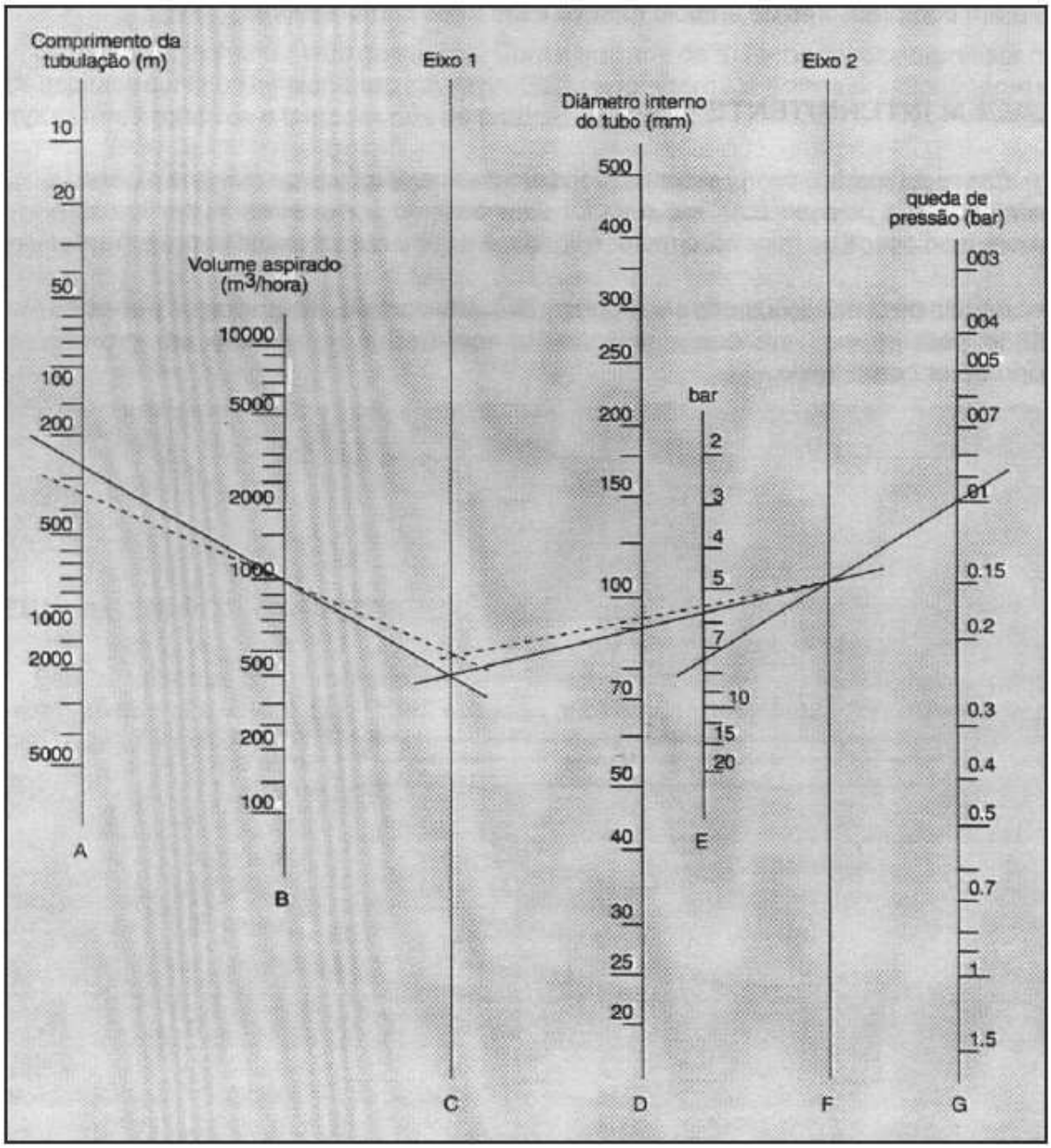


CAPITULO 3

DISTRIBUIÇÃO DO AR COMPRIMIDO

Como resultado da racionalização e automatização dos dispositivos de fabricação, as indústrias necessitam continuamente de uma maior quantidade de ar. Cada máquina e equipamentos necessitam de uma determinada quantidade de ar, sendo abastecidos por um compressor, através da rede tubular de distribuição.

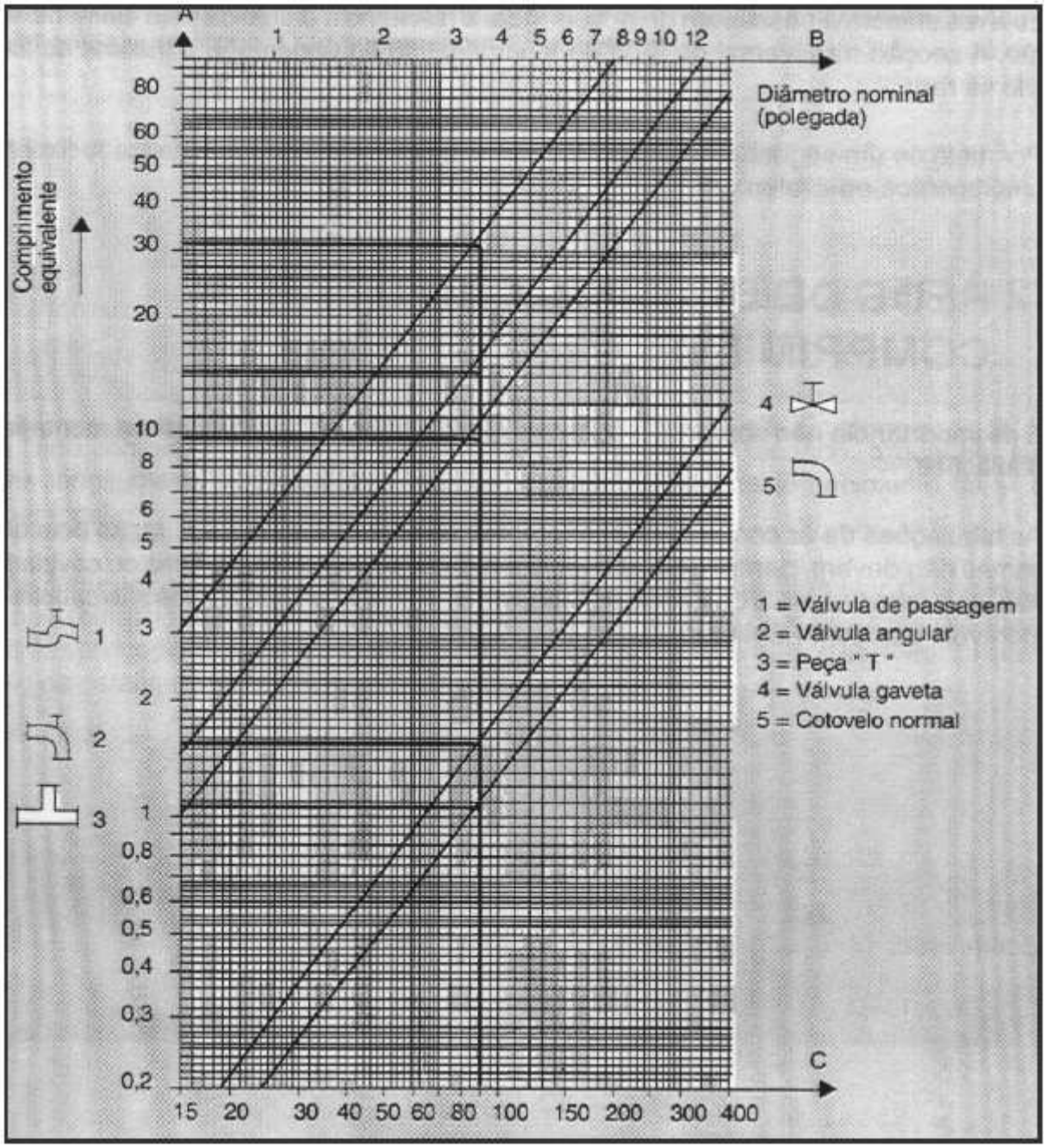
O diâmetro da tubulação deve ser escolhido de maneira que, se o consumo aumentar, a queda de pressão entre o depósito e o consumidor não ultrapasse 10 kpa (0,1 bar). Se a queda de pressão ultrapassar esse valor, a rentabilidade do sistema é prejudicada diminuindo consideravelmente sua capacidade. No projeto de novas instalações deve-se prever uma futura ampliação para maior demanda (consumo) de ar, cujo motivo devera ser previsto um diâmetro maior dos tubos da rede de distribuição. A montagem posterior de uma rede distribuidora de maiores dimensões (ampliação), acarretará despesas elevadas.



3.1 DIMENSIONAMENTO DA REDE DISTRIBUIDORA

A escolha do diâmetro da tubulação não é realizada por quaisquer fórmulas empíricas para aproveitar tubos por acaso existentes no depósito, mas sim considerando-se o volume corrente (vazão)

- O comprimento da tubulação
- a queda de pressão (admissível)
- a pressão de trabalho
- o número de pontos de estrangulamento na rede



Na prática é utilizado um nomograma para facilitar a averiguação da queda de pressão ou o diâmetro do tubo na rede. Um aumento necessário no futuro, deverá ser previsto e considerado.

No nomograma (pág. 29) unir o valor da coluna A (comprimento da tubulação). com o valor da coluna B (consumo de ar) com um traço, prolongando até a coluna C (eixo 1 referência) obtendo um ponto de intersecção. Unir o valor da coluna E (pressão), com o valor da coluna C (queda de pressão) passando por cima da coluna F (eixo 2 de referência), obtendo-se então, um ponto de intersecção. Pelos pontos dos eixos 1 e 2 passar um traço unindo-os e obtendo-se assim, na coluna C (diâmetro do tubo), um valor inicial da tubulação.

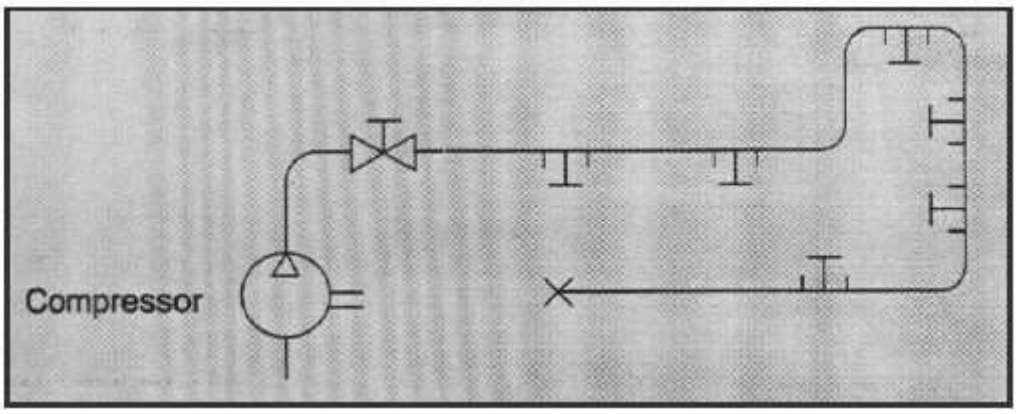
Para os elementos estranguladores do fluxo (válvula de gaveta, de passagem, de assento peças em T, cotovelos, etc.), as resistências são transformadas em comprimento equivalentes Como comprimento equivalentes compreende-se comprimento linear de tubo reto, cuja resistência A passagem do ar seja igual A resistência oferecida pelo elemento em questão. A secção transversal do tubo de "comprimento equivalente" e a mesma do tubo utilizado na rede.

Por meio de um segundo nomograma (pág. 30) poderão ser determinados facilmente Os "comprimentos equivalentes".

3.2 REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE AR COMPRIMIDO

É de importância não somente o correto dimensionamento, mas também a montagem das tubulações.

As tubulações de ar comprimido requerem uma manutenção regular, razão pela qual as mesmas não devem, dentro do possível, ser montadas dentro de paredes ou cavidades estreitas, pois isto dificulta a detecção de fugas de ar. Pequenos vazamentos são causas de consideráveis perdas de pressão.



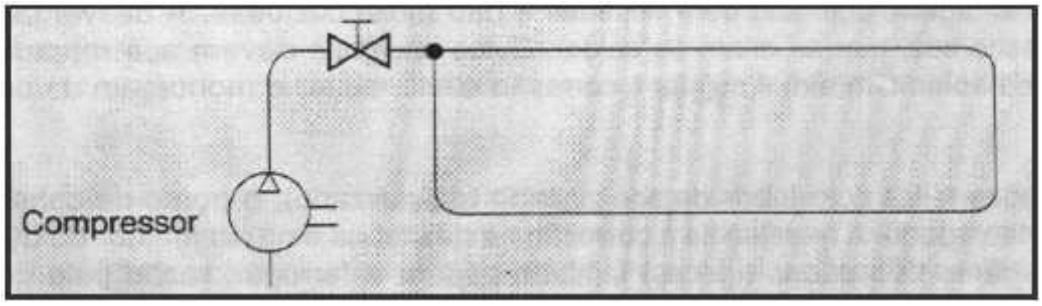
As tubulações, em especial as redes em circuito aberto devem ser monitoradas com um declive de 1 a 2%, na direção do fluxo.

Por causa da formação de água condensada, é fundamental em tubulações horizontais, instalar os ramais de tomadas de ar, na parte superior do tubo principal.

Dessa forma evita-se que a água condensada eventualmente existente na tubulação principal possa chegar às tomadas de ar através dos ramais. Para interceptar e drenar a água condensada devem ser instaladas derivações com drenos na parte inferior da tubulação principal.

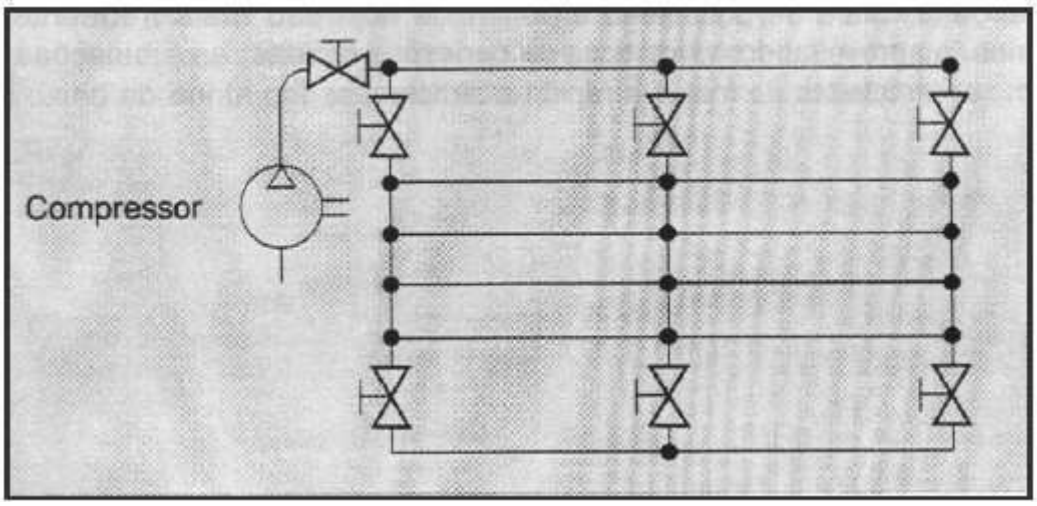
Geralmente as tubulações são montadas em circuito fechado. Partindo da tubulação principal, são instaladas as ligações em derivação.

Quando o consumo de ar é muito grande consegue-se mediante esse tipo de montagem uma alimentação uniforme. O ar flui em ambas as direções.



A rede combinada também e uma instalação em circuito fechado, a qual por suas ligações longitudinais e transversais oferece a possibilidade de fornecimento de ar em qualquer local.

Mediante válvula de fechamento, existe a possibilidade de bloquear determinadas linhas de ar comprimido quando as mesmas não forem usadas ou quando for necessário pô-las fora de serviço por razões de reparação e manutenção. Também pode ser feito um melhor controle de estanqueidade.



3.3 MATERIAL DA TUBULAÇÃO

3.3.1 Tubulações principais

Na escolha do material da tubulação temos várias possibilidades;

Cobre, Tubo de aço preto
Latão, Tubo de aço zincado (galvanizado)
Aço liga e Material sintético

Toda tubulação deve ser fácil de instalar, resistente a corrosão e de preço vantajoso.

Tubulações instaladas para um tempo indeterminado devem ter uniões soldadas que serão de grande vantagem, pois são bem vedadas e não muito custosas. A desvantagem destas uniões são as escamas, que se criam ao soldar. Estas escamas devem ser retiradas da tubulação. A costura da solda também é sujeita a corrosão e isto requer a montagem de unidades de conversação.

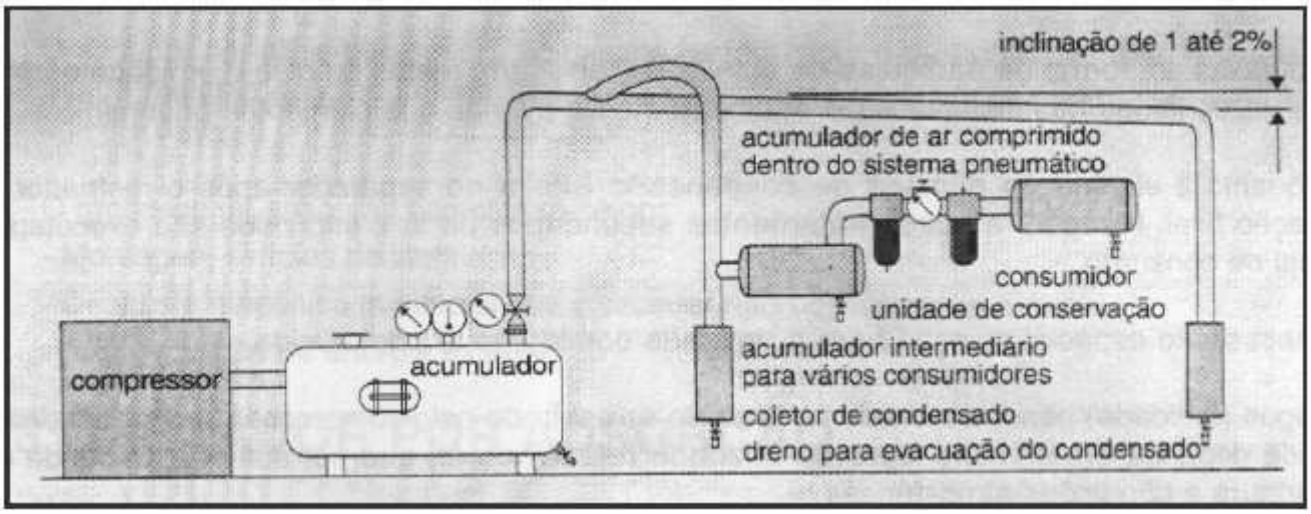
Em redes feitas com tubos de aço zincado (galvanizado), o ponto de conexão nem sempre é totalmente vedado. A resistência à corrosão nestes tubos é muito melhor do que a do tubo do aço preto. Lugares decapados (roscas) também podem enferrujar, razão pela qual também aqui é importante o emprego de unidades de conversação. Em casos especiais prevê-se tubos de cobre ou de material sintético (plástico).

3.3.2 Tubulações secundárias

Tubulações a base de borracha (mangueiras) somente devem ser usadas onde for requerida uma certa flexibilidade e onde, devido a um esforço mecânico mais elevado, não possam ser usadas tubulações de material sintético. Tubulações a base de borracha podem ser mais caras e menos desejáveis do que as de material sintético.

Tubulações à base de polietileno e poliamida hoje são mais frequentemente usadas em maquinários, e aproveitando novos tipos de conexões rápidas, as tubulações de material sintético podem ser instaladas de maneira rápida e simples, sendo ainda de baixo custo.

3.3.3 Posicionamento de drenos nas linhas de distribuição



CAPITULO 4

PREPARAÇÃO DO AR COMPRIMIDO

4.1 IMPUREZAS

Impurezas em forma de partículas de sujeira ou ferrugem, restos de óleo e umidade original muitas vezes falhas nas instalações e equipamentos e avarias nos elementos pneumáticos.

Enquanto a eliminação primária de condensado e feita no separador após o resfriador, a separação final, filtragem e outros tratamentos secundários do ar comprimido são executados no local de consumo.

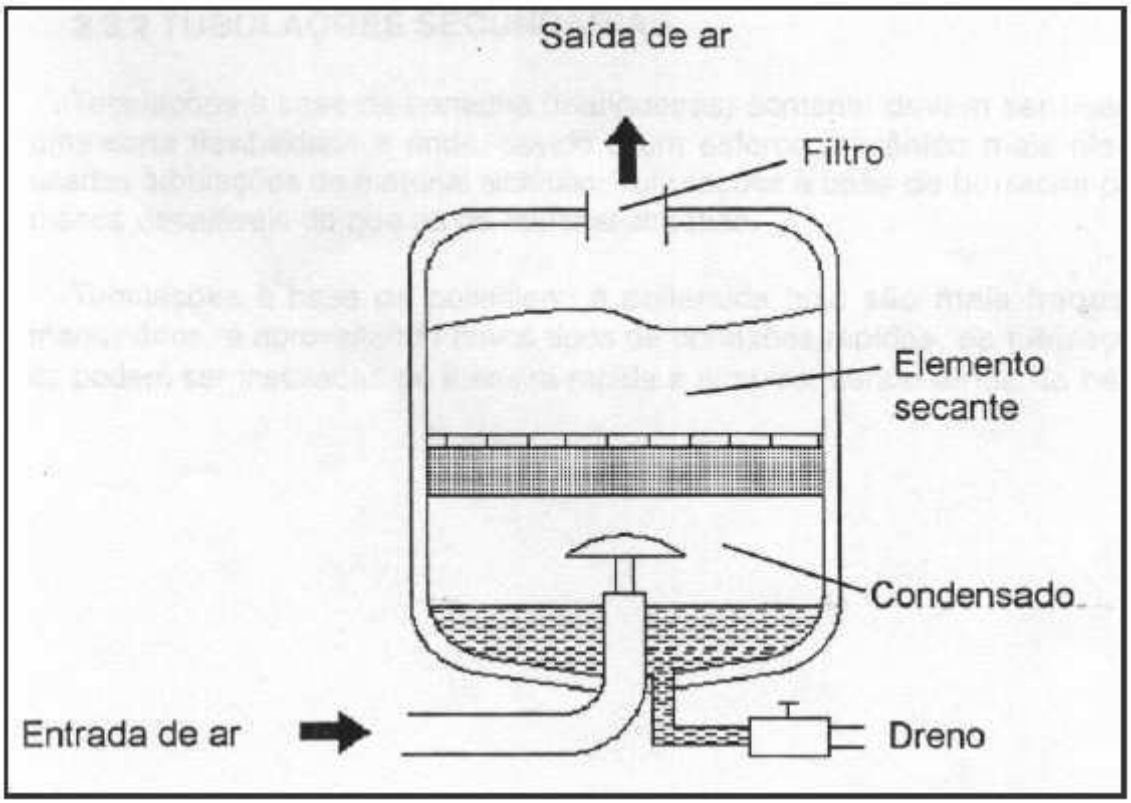
E necessário especial atenção para a umidade contida no ar comprimido.

A água (umidade) penetra na rede através do ar aspirado pelo compressor. A quantidade de umidade depende em primeiro lugar da umidade relativa do ar, que por sua vez, depende da temperatura e condições atmosféricas.

4.2 SECAGEM POR ABSORÇÃO

A secagem por absorção e um processo puramente químico. Neste processo, o ar comprimido passa sobre uma camada solta de um elemento secador. A água ou vapor de aquosa que entra em contato com esse elemento, combina-se quimicamente com ele e se dilui formando uma combinação elemento secador - água.

Esta mistura deve ser removida periodicamente do absorvedor. Essa operação pode ser manual ou automática.



Com o tempo, o elemento secador é consumido e o secador deve ser reabastecido periodicamente (duas e quatro vezes por ano).

O secador por absorção separa ao mesmo tempo vapor e partícula de óleo, porém, quantidade maiores de óleo influenciam no funcionamento do secador Devido a isso é conveniente antepor um filtro fino ao secador.

O processo de absorção caracteriza-se por:

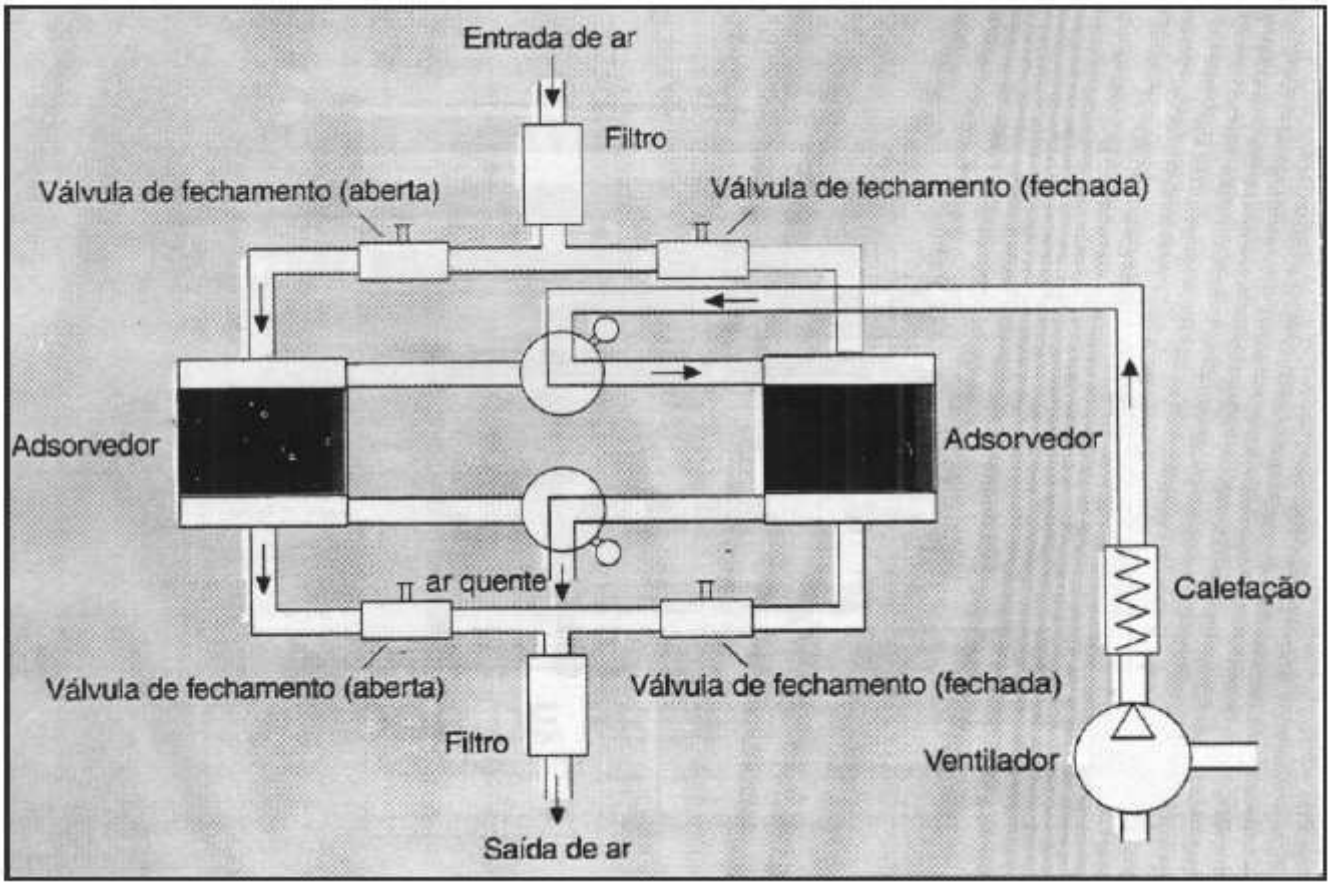
- Montagem simples da instalação
- Desgaste mecânico mínimo já que o secador não possui peças móveis
- Não necessita de energia *externa*

4.3 SECADOR POR ABSORÇÃO

A secagem por absorção está baseada num processo físico. (Absorver; admitir uma substância à superfície de outra.)

O elemento secador é um material granulado com arestas ou em forma de pérola. Este elemento secador é formado por quase 100% de dióxido de silício também conhecido por GEL (sílica gel).

Cada vez que o elemento secador estiver saturado, poderá ser regenerado de uma maneira fácil: fazendo-se fluir ar quente pelo interior da câmara saturada, a umidade é absorvida por este ar e eliminada do elemento.



A energia calorífica para a regeneração pode ser gerada por eletricidade ou por ar comprimido quente.

Mediante a montagem paralelo de duas instalações de absorção, uma delas pode ser ligada para secar enquanto a outra está sendo tratada com ar quente (regeneração).

4.4 SECAGEM POR RESFRIAMENTO

O secador de ar comprimido por resfriamento funciona pelo princípio da diminuição de temperatura até o ponto de orvalho

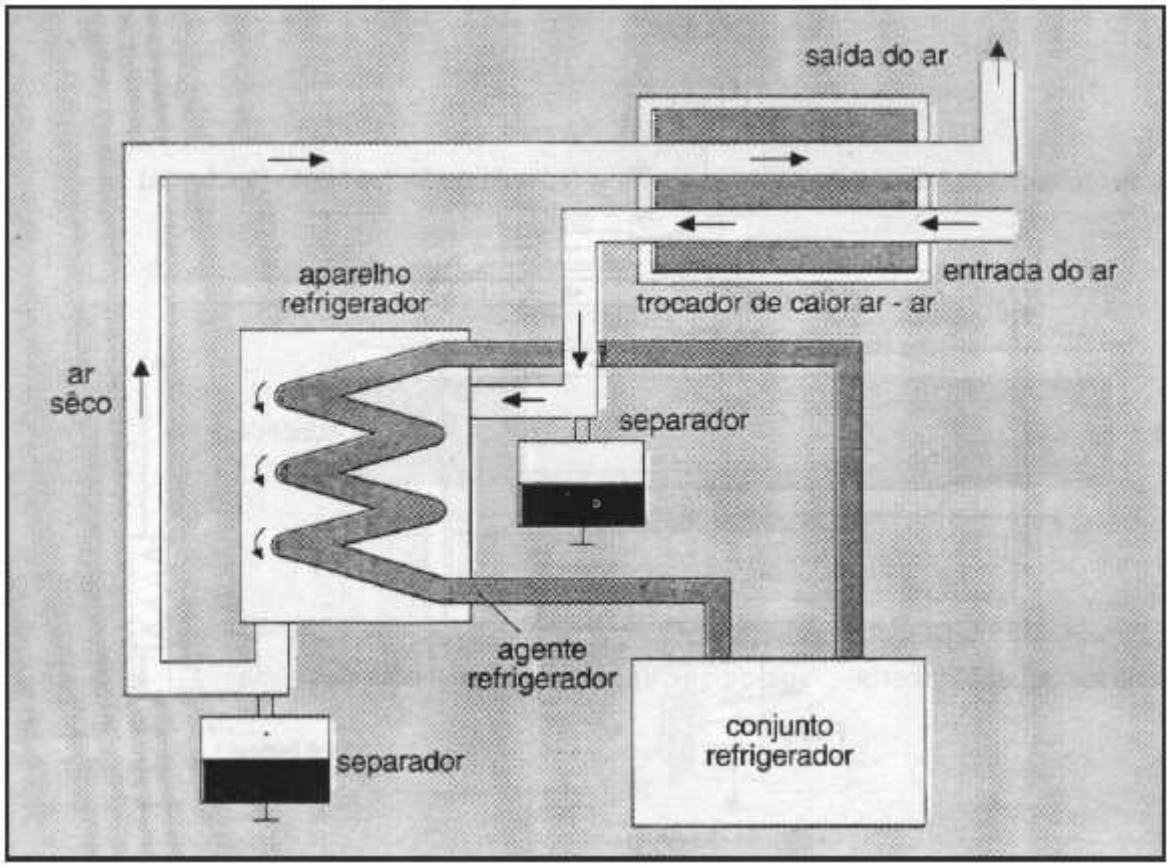
A temperatura do ponto de orvalho é a temperatura à qual deve ser esfriado um gás para obter a condensação do vapor de água nele contido. O ar comprimido a ser tratado entra no secador, passando primeiro pelo denominado trocador de calor ar-ar.

Mediante o ar frio e seco proveniente do trocador de calor (vaporizador) é esfriado o ar que está entrando.

A formação de condensado de óleo e água é eliminada pelo trocador de calor.

Esse ar comprimido pré-esfriado circula através do trocador de calor (vaporizador) e devido a isso, sua temperatura desce até 274,7 K (1,7º C) aproximadamente. Desta maneira o ar é submetido a uma segunda separação de condensado de água e óleo.

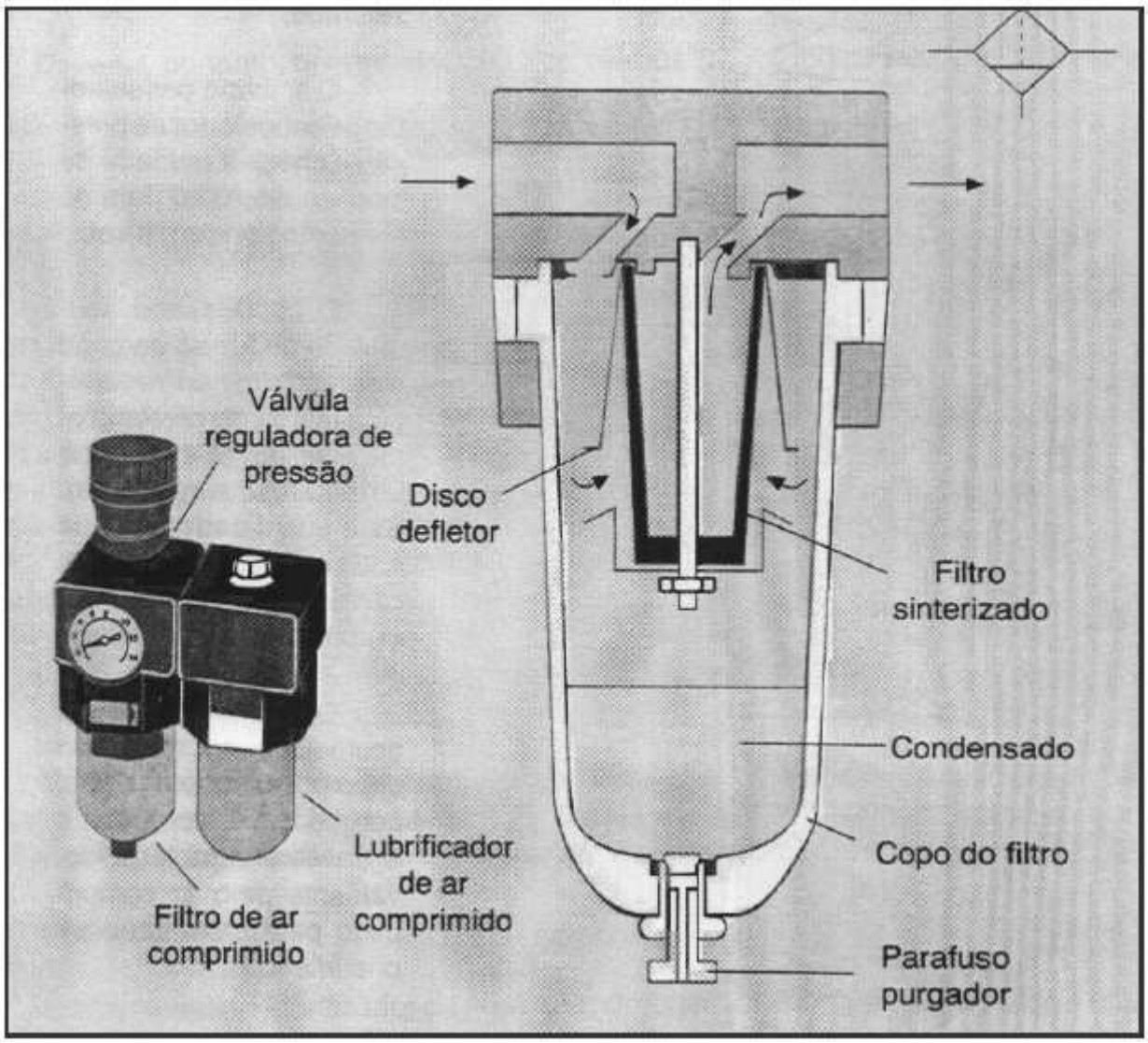
Posteriormente, o ar comprimido pode ainda passar por um filtro fino a fim de serem eliminados corpos estranhos.



4.5 FILTRO DE AR COMPRIMIDO

O filtro de ar comprimido retém as impurezas que fluem através de si principalmente de água condensada. O ar comprimido é conduzido através de uma chapa guia pare dentro da câmara do filtro e colocado em rápido movimento giratório. Assim as partículas de sujeira mais pesadas e gotas de água são impulsionadas para a parede da câmara pela força centrifuga, onde se fixam. O produto de condensação acumula-se na parte inferior da Câmara e deve ser retirado através do parafuso de esgotamento, quando a marca superior for alcançada.

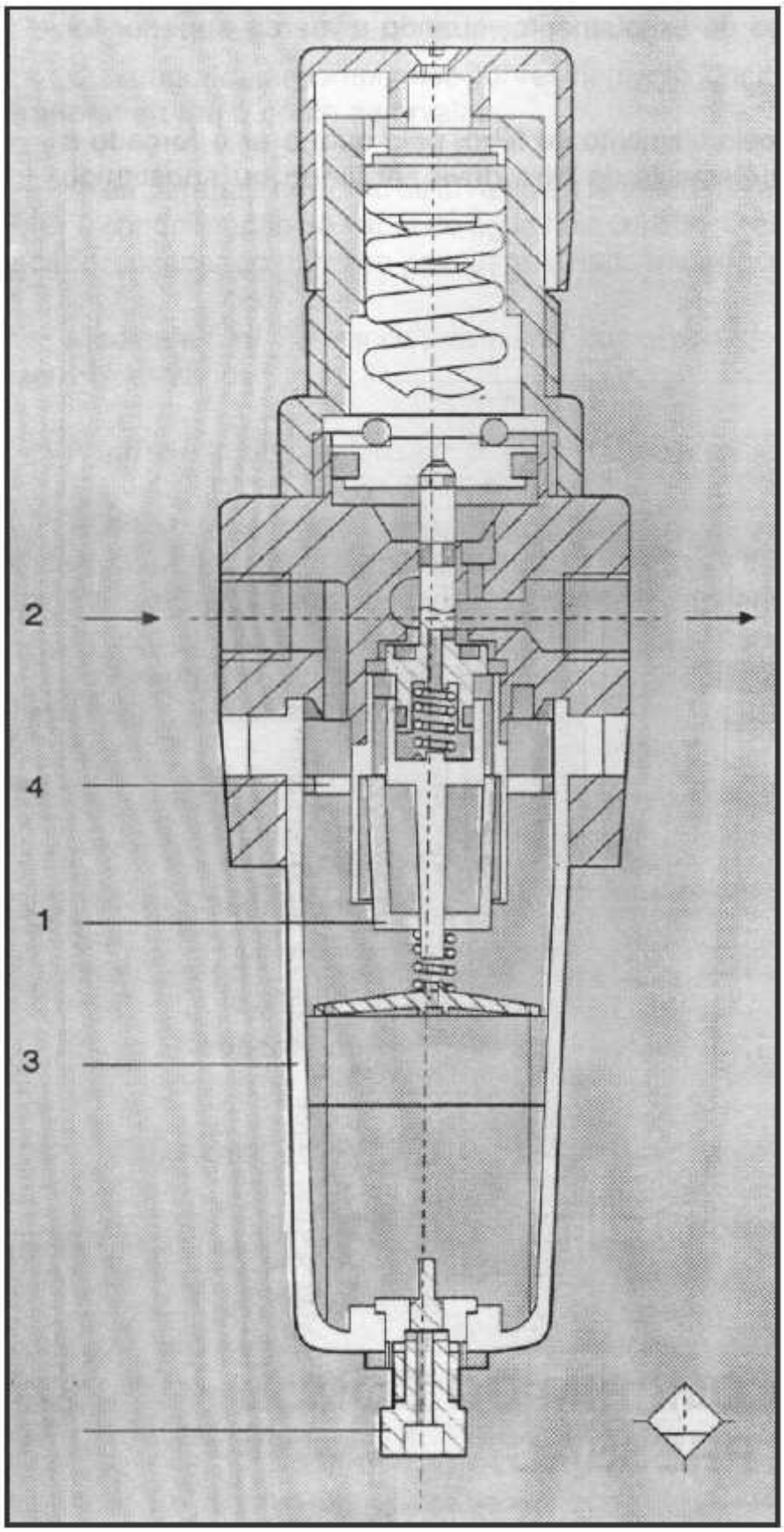
Partículas menores são retiradas pelo elemento de filtro, pelo qual o ar é forçado a passar no caminho para o receptor. O elemento de filtro deve ser limpo ou substituído regularmente.



4.6 FILTROS DE AR COMPRIMIDO COM REGULADOR DE PRESSÃO

A função do filtro de ar comprimido é reter as partículas de impureza, bem como a água condensada.

Para entrar no copo (1) o ar comprimido deve passar por uma chapa defletora (2) com ranhuras direcionais. Como consequência, o ar é forçado a um movimento de rotação. Com isso, separam-se as impurezas maiores, bem como as gotículas de água por meio de força centrífuga, depositando-se no fundo do copo coletor.



O filtro (4) sinterizado tem uma porosidade que varia entre 30 e 70 µm.

Por ele as partículas sólidas maiores são retiradas. O elemento filtrante deve ser limpo ou substituído em intervalos regulares quando estiver saturado.

O ar limpo passa então pelo regulador de pressão e chega à unidade de lubrificação e da para os elementos pneumáticos.

O condensado acumulado no fundo do copo deve ser eliminado ao atingir a marca do nível Maximo admissível, através de um parafuso purgador (3). Se a quantidade de água é elevada, convém colocar no lugar do parafuso (3) um dreno automático.

Dessa forma a água acumulada no fundo do copo pode ser eliminada, porque caso contrário, a água será arrastada novamente pelo ar comprimido para os elementos pneumáticos.

Obs: O funcionamento do regulador de pressão está *explicado detalhadamente no capítulo 06.*

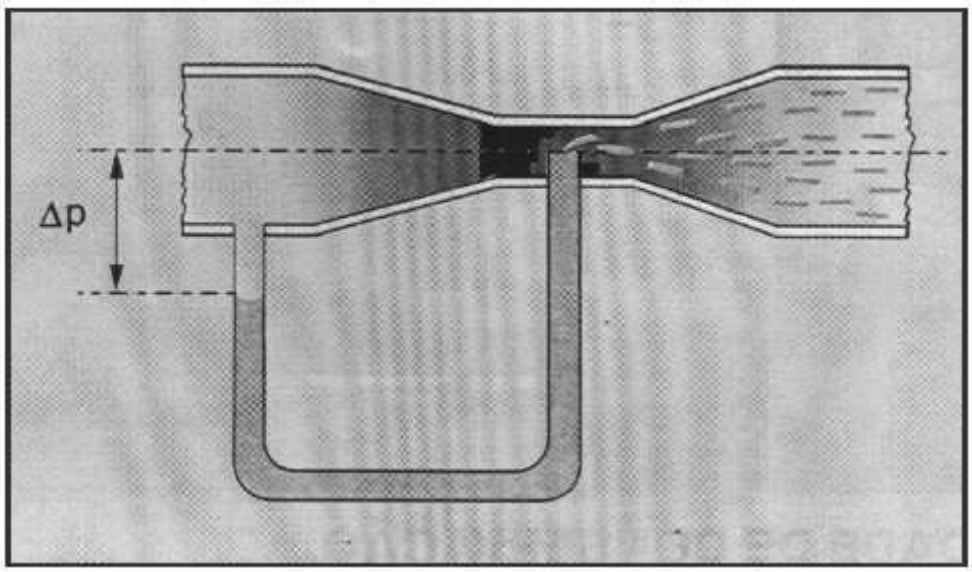
4.7 LUBRIFICADOR DE AR COMPRIMIDO

O lubrificador tem a tarefa de abastecer suficientemente, com material lubrificante, os elementos pneumáticos. O elemento lubrificante é necessário para garantir um desgaste mínimo dos elementos móveis, manter tão mínimo quanto possível as forças de atrito e proteger os aparelhos contra corrosão.

Os lubrificadores trabalham, geralmente, segundo o principio de “VENTURI”. A diferença de pressão Δp (queda de pressão), entre a pressão antes do bocal nebulizador e a pressão no ponto estrangulado no bocal, será aproveitada para sugar óleo de um reservatório e misturá-lo com o ar, formando uma neblina.

O lubrificador somente começa a funcionar quando existe fluxo suficientemente grande. Quando houver uma pequena demanda de ar, a velocidade no bocal é insuficiente para gerar uma depressão (sucção) que possa sugar a óleo do reservatório.

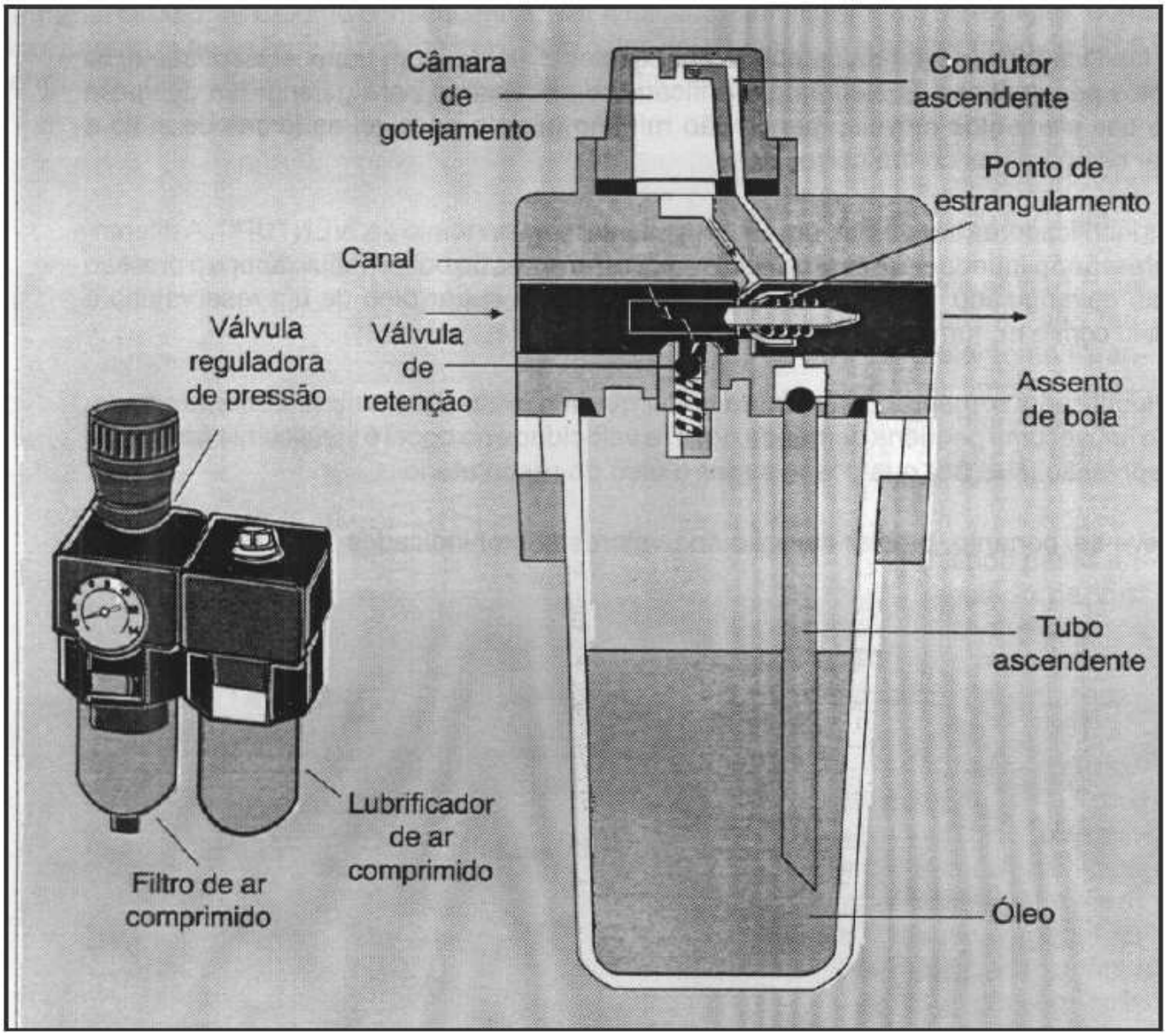
Deve-se, portanto, prestar atenção aos valores (fluxo) indicados pelos fabricantes.



Com o lubrificador de ar comprimido, o ar que o atravessa é adicionado de óleo finamente pulverizado. Desta maneira as partes móveis dos elementos pneumáticos são abastecidos de lubrificante, reduzindo o atrito e o desgaste.

Funcionamento:

O ar atravessa a lubrificador de A para B. Uma parte do ar fluente é elevado a um bocal. A queda de pressão que assim se verifica, leva aspiração de óleo por um tubo de elevação de um reservatório de óleo. Junto ao bocal, as gotas de óleo são arrastadas pelo fluxo de ar e pulverizadas.



4.8 UNIDADE DE CONSERVAÇÃO

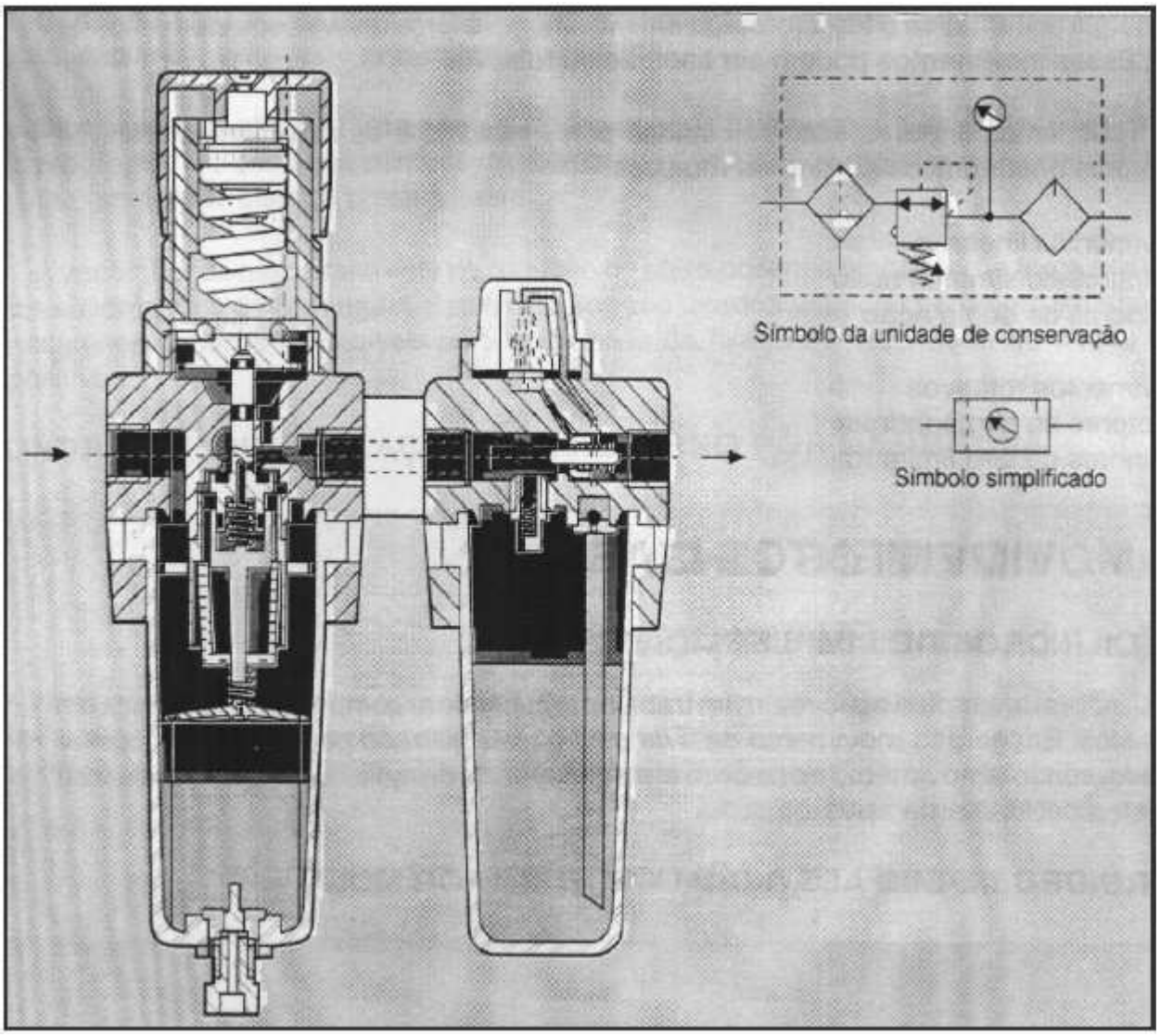
A unidade de conservação é uma combinação dos seguintes elementos.

- Filtro de ar comprimido
- Regulador de pressão
- Lubrificador de ar comprimido

Devem-se observar Os seguintes pontos:

1- A vazão total de ar em m³/ hora é determinante para o tamanho da unidade. Uma demanda (consumo) de ar grande demais provoca uma queda de pressão nos aparelhos. Devem-se observar rigorosamente as dados indicados pelos fabricantes.

2- A pressão de trabalho nunca deve ser superior à indicada no aparelho. A temperatura ambiente não deve ser major que 50ºC (máximo para copos de material sintético)



4.8.1 Manutenção das unidades de conservação

São necessários os seguintes serviços frequentes de manutenção:

A) FILTRO DE AR COMPRIMIDO: O nível de água condensada deve ser controlado regularmente, pois a altura marcada no copo coletor não deve ser ultrapassada. A água condensada acumulada pode ser arrastada para a tubulação de ar comprimido e para os equipamentos. Para drenar a água condensada deve-se abrir um parafuso de dreno no fundo do copo coletor.

O cartucho filtrante quando sujo, também deve ser limpo ou substituído.

B) REGULADOR DE PRESSÃO; Na existência de um filtro de ar comprimido antes do regulador, este não necessita da manutenção.

C) LUBRIFICADOR DE AR COMPRIMIDO: Controlar o nível de óleo no copo do lubrificador. Se necessário, completar o óleo até a marcação. Filtros de material plásticos e o copo do lubrificador devem ser limpos somente com querosene. Para o lubrificador devem ser usados somente óleos minerais.

A energia pneumática é transformada em movimento e força através dos elementos de trabalho. Esses movimentos podem ser lineares ou rotativos

Os movimentos lineares são executados pelos cilindros e os movimentos rotativos pelos motores pneumáticos e cilindros rotativos.

Movimentos lineares
- cilindros de simples ação
- cilindros de dupla ação

Movimentos rotativos
- motores de giro contínuo
- cilindros de giro limitado

CAPITULO 5

ELEMENTOS PNEUMÁTICOS DE TRABALHO

5.1 MOVIMENTOS LINEARES

5.1.1 Cilindros de simples ação

Os cilindros de simples ação realizam trabalho recebendo ar comprimido em apenas um de seus lados. Em geral o movimento de avanço é o mais utilizado para a atuação com ar comprimido, sendo o movimento de retorno efetuado através de mola ou por atuação de urna força externa devidamente aplicada.

CILINDRO DE SIMPLES AÇÃO COM RETORNO POR MOLA

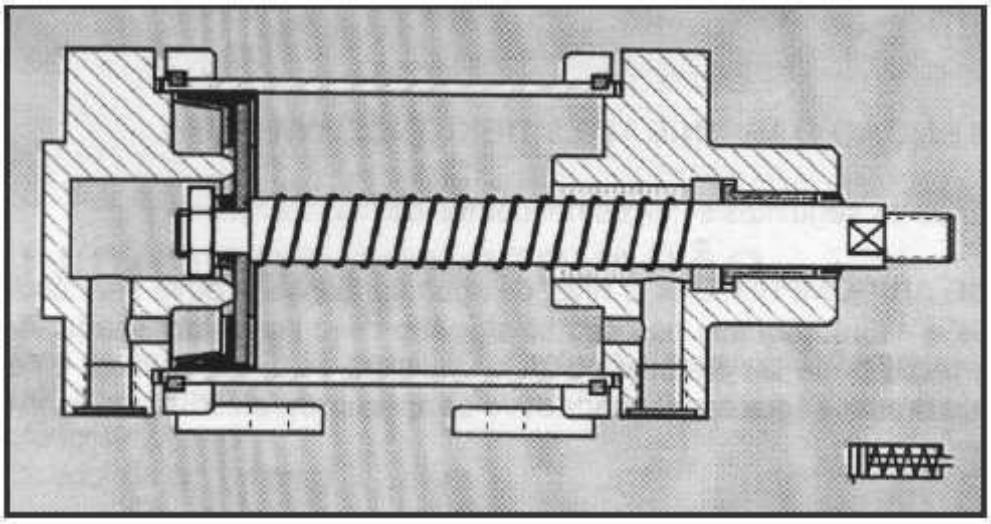
A força da mola é calculada apenas para que se possa repor o embolo do cilindro á sua posição inicial com velocidade suficientemente alta, sem absorver energia elevada.

O curso dos cilindros de simples ação está limitado ao comprimento da mola Por esta razão não são fabricados cilindros de simples ação com atuação por mola com mais de 100mm.

Os cilindros de simples ação são especialmente utilizados em operações que envolvam fixação, expulsão extração e prensagem entre outras.

Os cilindros de simples ação podem ainda ser construídos com elementos elásticos para reposição. É o caso dos cilindros de membrana onde a movimento de retorno é feito por uma membrana elástica presa à haste.

A vantagem da membrana está na redução do atrito, porém a limitação da força nestes casos se torna uma desvantagem. Estes cilindros são usados especialmente em situações de pequenos espaços disponíveis para operações de fixação e indexação de peças ou dispositivos.



A força da mola é calculada apenas para que se possa repor o embolo do cilindro á sua posição inicial com velocidade suficientemente alta, sem absorver energia elevada.

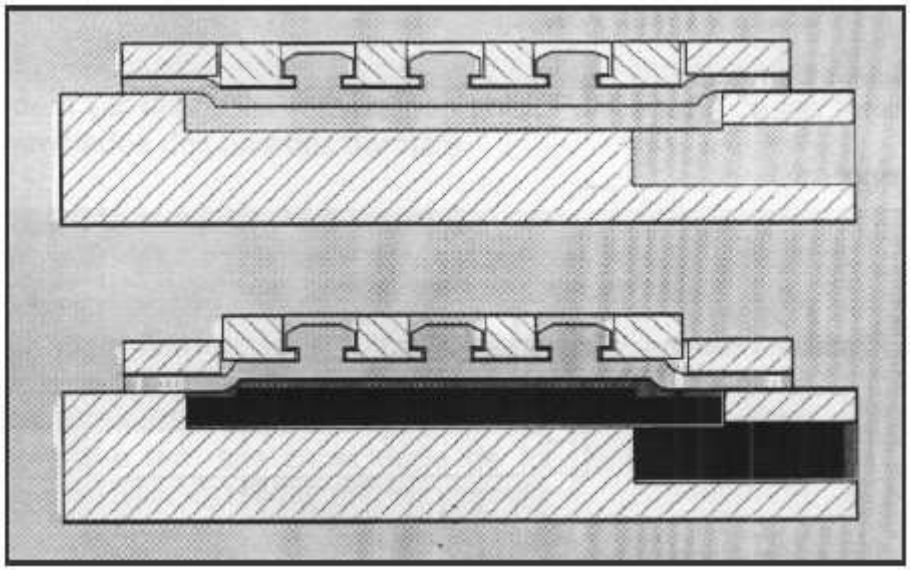
O curso dos cilindros de simples ação está limitado ao comprimento da mola Por esta razão não são fabricados cilindros de simples ação com atuação por mola com mais de 100mm.

Os cilindros de simples ação são especialmente utilizados em operações que envolvam fixação, expulsão extração e prensagem entre outras.

Os cilindros de simples ação podem ainda ser construídos com elementos elásticos para reposição. É o caso dos cilindros de membrana onde a movimento de retorno é feito por uma membrana elástica presa à haste.

A vantagem da membrana está na redução do atrito, porém a limitação da força nestes casos se torna uma desvantagem. Estes cilindros são usados especialmente em situações de pequenos espaços disponíveis para operações de fixação e indexação de peças ou dispositivos.

CILINDROS DE SIMPLES AÇÃO COM. RETORNO POR MEMBRANA



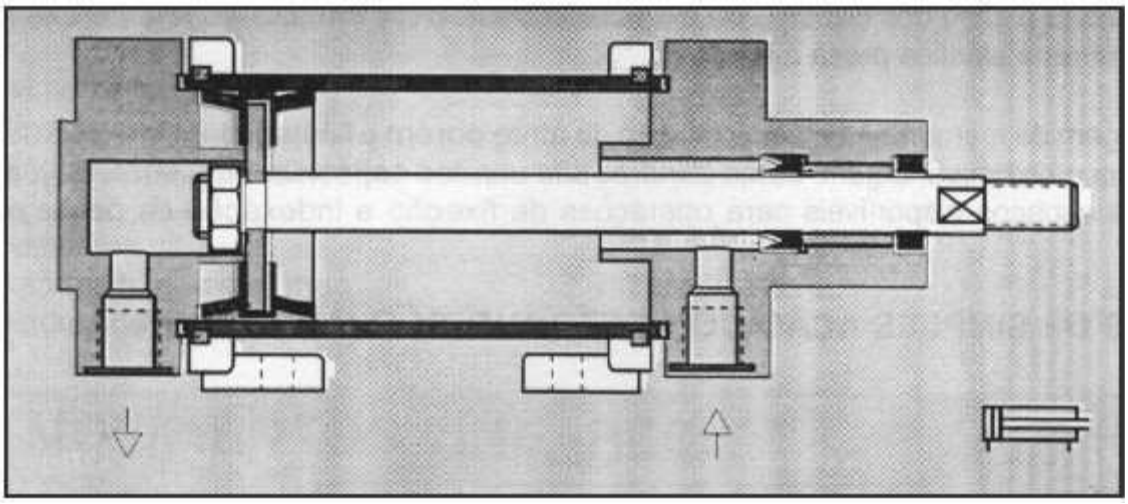
5.1.2 Cilindros de dupla ação

Os cilindros de dupla ação realizam trabalho recebendo ar comprimido em ambos os lados. Desta forma realizam trabalho tanto no movimento de avanço como no movimento de retorno. Um sistema de comando adequado permite ao ar comprimido atingir uma câmara de cada vez, exaurindo o ar retido na câmara oposta. Assim quando o ar comprimido atinge a câmara traseira estará em escape à câmara dianteira e o cilindro avançará. No movimento de retorno o ar comprimido chega à câmara dianteira e a câmara traseira estará em escape.

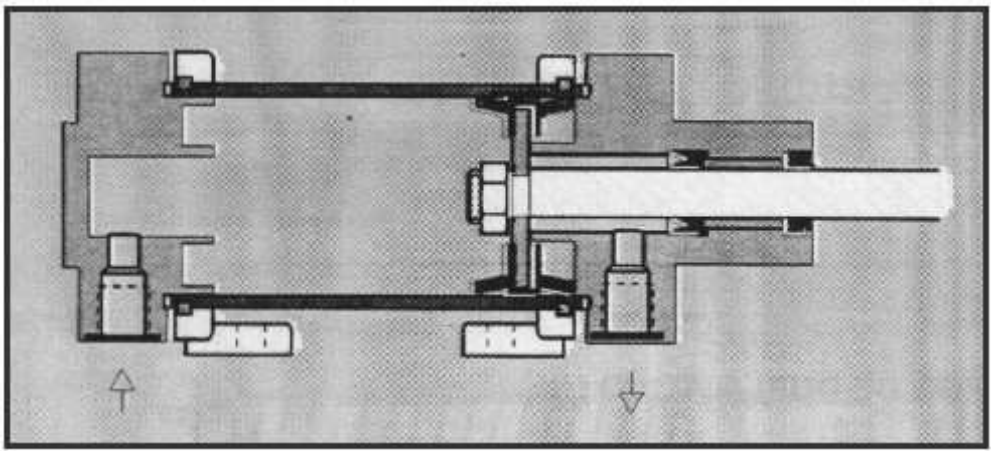
Coma não há a presença da mola, as limitações impostas aos cilindros de dupla ação, estão ligadas as deformações da haste quanto à flexão e a flambarem.

CILINDRO DE DUPLA AÇÃO

Movimento de Retorno



Movimento de Avanço

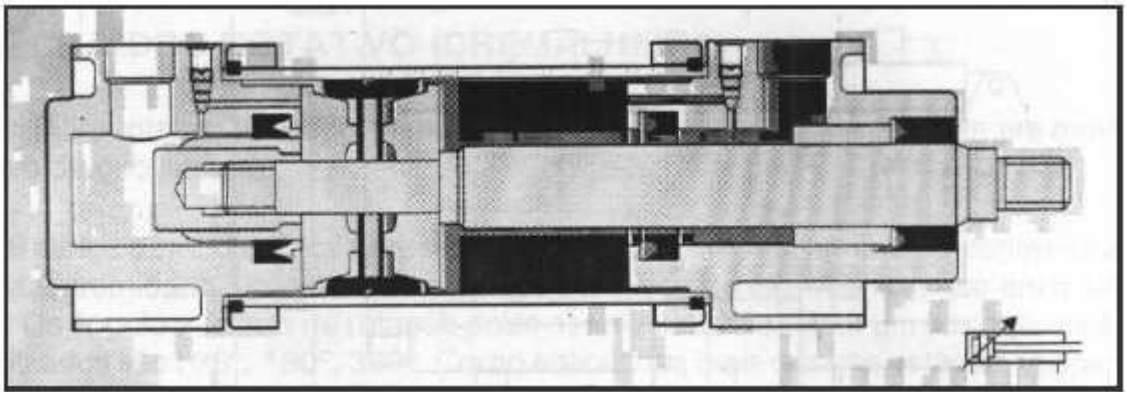


Os cilindros de dupla ação quando sujeitos a cargas e velocidades elevadas, sofrem grandes impactos, especialmente entre o embolo e as tampas. Com a introdução de um sistema de amortecimento, Os cilindros podem trabalhar sem o risco do impacto que na maioria das vezes danifica o cilindro causando vazamento e reduzindo o rendimento e a vida útil do cilindro de dupla ação.

Para evitar tais danos, antes de alcançar a posição final de curso um êmbolo de amortecimento interrompe o escape direto do ar, deixando somente uma peque geralmente regulável.

Com o escape de ar restringindo, cria-se uma sobre pressão que, para ser vencida absorve parte da energia o que resulta em perda de velocidade nos finais de curso.

CILINDRO DE DUPLA AÇÃO COM AMORTECIMENTO REGULAVEL

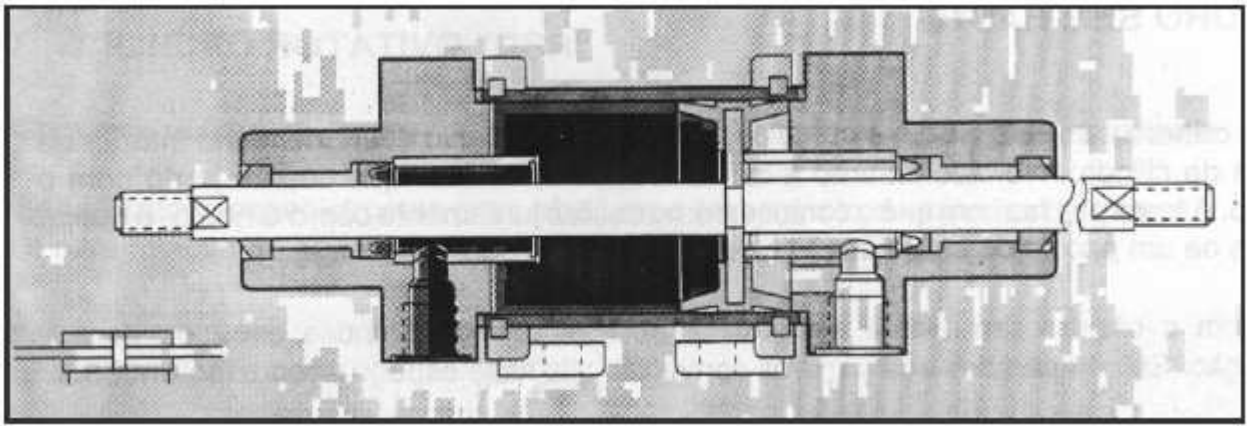


5.1.3 Cilindros especiais

Em muitas aplicações industriais os cilindros convencionais de simples ação e dupla ação não podem ser utilizados satisfatoriamente. Para esses casos foram desenvolvidos cilindros diferenciados dos padrões normais.

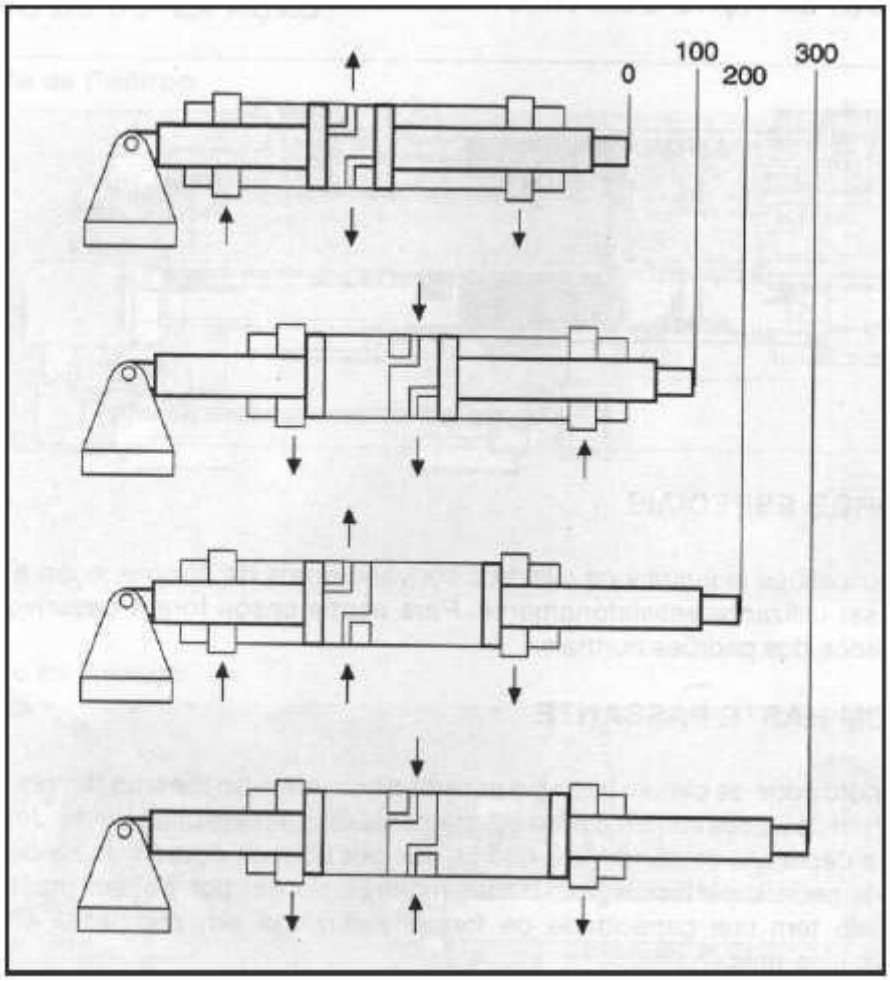
CILINDROS COM HASTE PASSANTE

Com este cilindro pode-se efetuar trabalho em ambos os lados ao mesmo tempo. Pode-se também utilizar um dos lados somente para acionamento de elementos de sinal. Um ponto positivo importante deste tipo de cilindro e o fato de que por possuir dois mancais de apoio para as hastes, ele pode suportar cargas laterais maiores porem por possuir hastes em ambos os lados ele tem sua capacidade de forças reduzidas em relação à cilindros convencionais com uma única haste.



CILINDRO DE MULTIPLAS POSIÇÕES

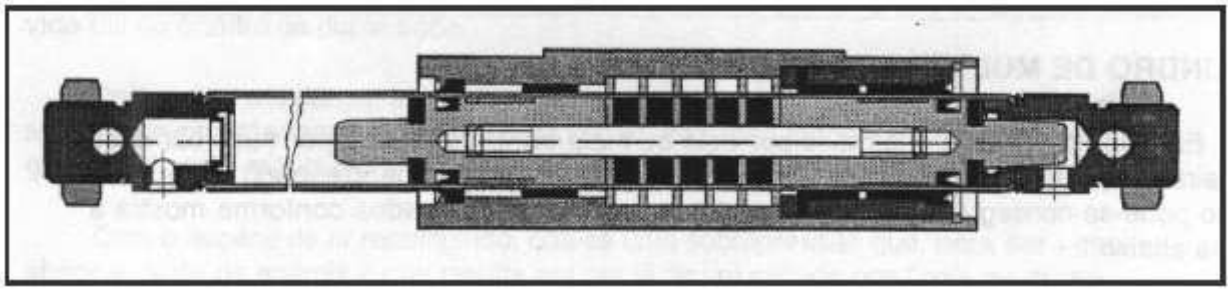
Este tipo de cilindro e formado por dois ou mais cilindros unidos por suas câmaras traseiras. Desta forma se consegue um curso mais longo em um pequeno espaço físico, além disso, pode-se conseguir posicionamento intermediários escalonados conforme mostra a figura abaixo.



CILINDRO SEM HASTE

O cilindro sem Haste é constituído de um êmbolo que desliza livremente no interior da camisa do cilindro. No lado externo A camisa temos um cursor que desliza unto com o embolo. A força que faz com que o cursor externo deslize juntamente com o embolo, é obtida através de um pacote de imãs situado na lace interna ao cursor.

Com o cilindro sem haste se reduz a necessidade de grandes espaços para a instalação. Se comparados aos cilindros convencionais, esse espaço é reduzido em 50%.

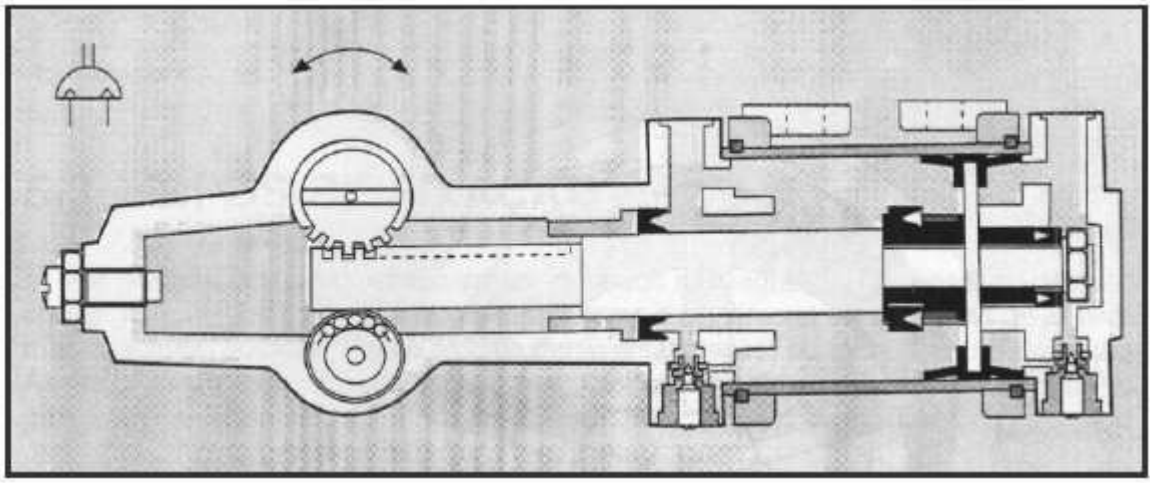


5.2 MOVIMENTOS ROTATIVOS

5.2.1 Cilindro rotativo (cremalheira)

O cilindro rotativo transforma movimento linear de um cilindro comum em movimento rotativo de giro limitado.

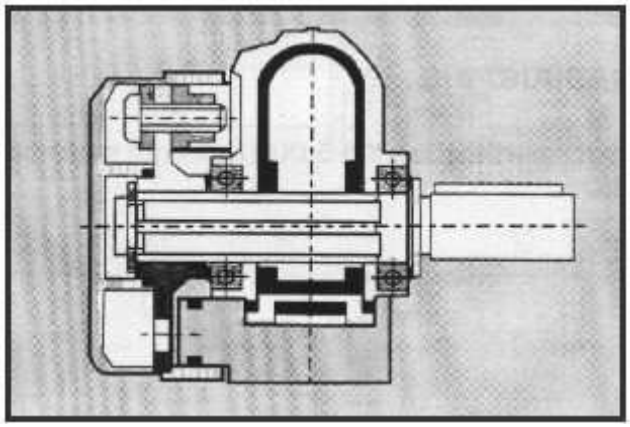
O ar atinge o embolo do cilindro movimentando-o. Preso ao êmbolo encontra-se a Haste e em sua extremidade, uma cremalheira que transforma o movimento linear em movimento rotativo. Os ângulos máximo de rotação pode ser ajustado mediante um parafuso Os ângulos mais utilizados são: 900, 1800, 3600. Como aplicações mais comuns estão às operações de giro de peças, curvar tubos, abertura e fechamento de válvulas, registros etc.



5.2.2 Cilindro rotativo "DSR"

Com este cilindro se consegue movimentos rotativos de até 1800 graus, ajustáveis.

São utilizados especialmente para abertura e fechamento de válvulas de grande porte e para rotação de peças ou dispositivos.

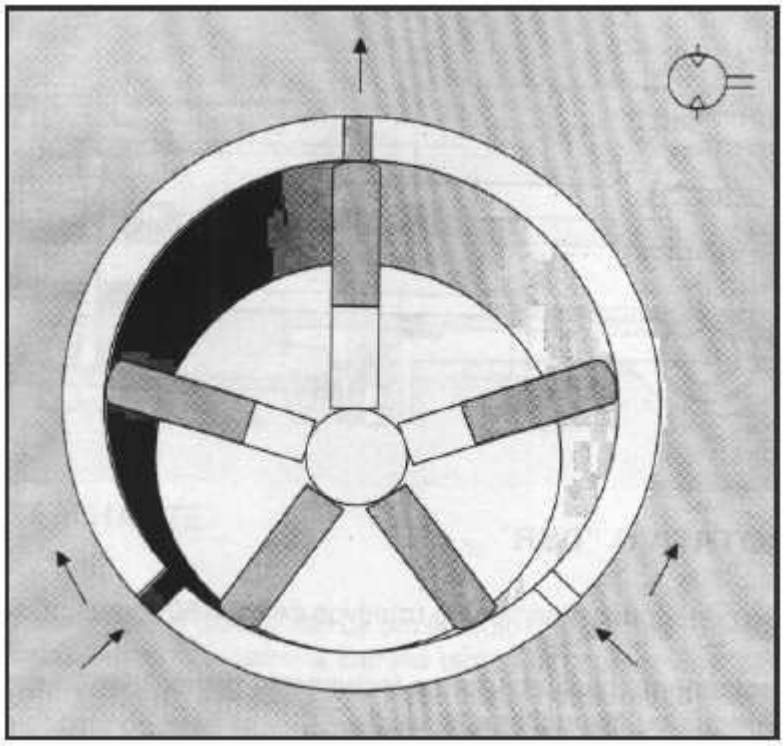


5.2.3 Motores pneumáticos

Através de motores pneumáticos podemos executar movimentos rotativos de forma ilimitada. A grande característica destes motores pneumáticos é a alta rotação que se pode atingir. Como exemplos de aplicação podemos citar as ferramentas pneumáticas e as "Brocas" utilizadas por dentistas que podem atingir ate 500.000 rpm. (Turbo - motores).

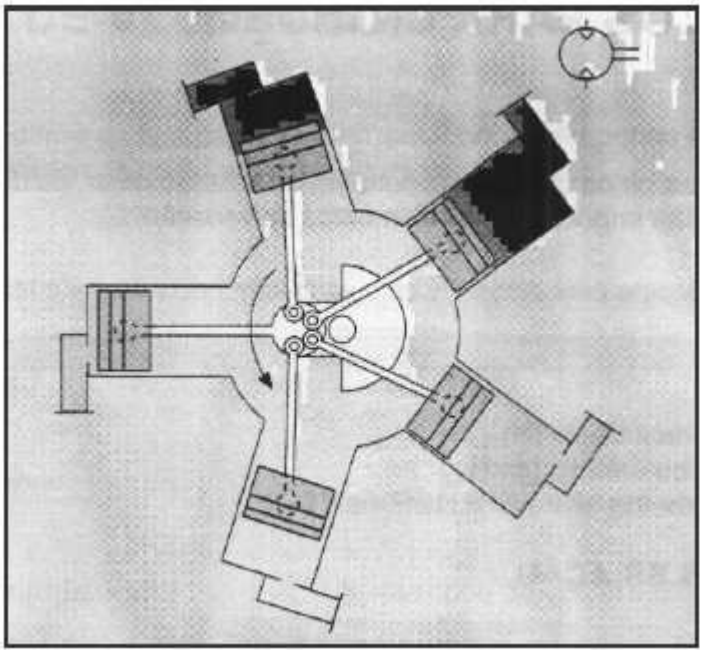
MOTOR DE PALHETAS

Motores de palhetas podem atingir rotações entre 3000 e 8500 rpm com potencias que vão de 0,1 A 24 cv, A pressão normal.



MOTORES DE PISTÕES RADIAIS

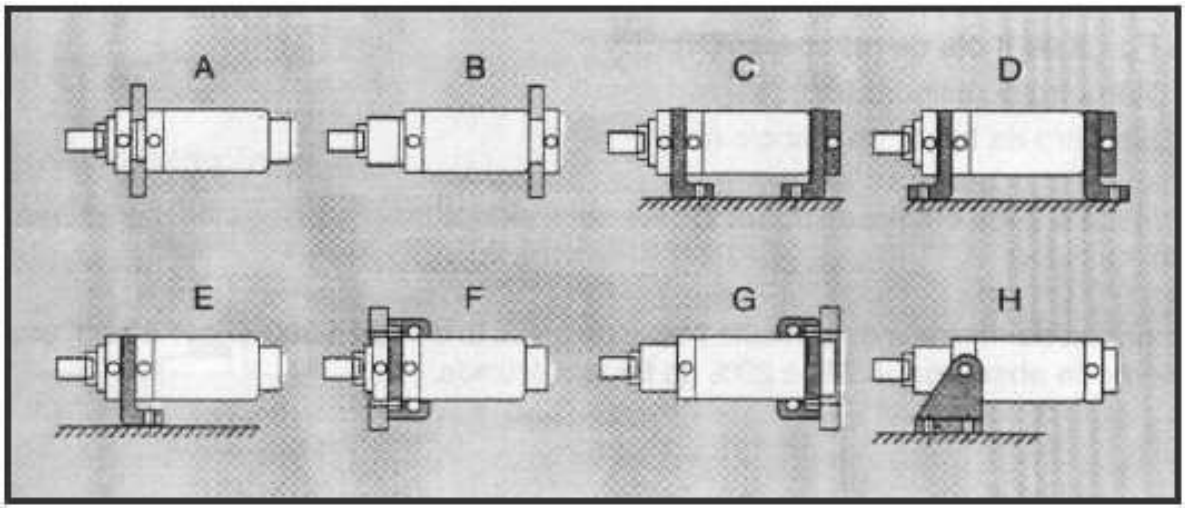
Os motores radiais podem atingir rotações até 5.000 rpm com potencias variando entre 2 à 25 cv, a pressão normal.



5.3 TIPOS DE FIXAÇÃO

A posição em que o cilindro vai ser instalado na máquina ou disposição determina o tipo de fixação que será utilizado. A forma como o cilindro vai ser instalado deve prever o menor esforço possível, seja a esforço transversal (flexão) ou longitudinal (Flambagem) Assim o cilindro poderá trabalhar com o melhor rendimento possível com o menor desgaste.

A - Fixação rosqueada na tampa dianteira
B - Fixação rosqueada na tampa traseira
C e D - Fixação por meio de pés
F - Fixação por meio de pé único
F - Fixação por flange dianteira
C - Fixação por flange traseira
H - Fixação basculante



5.4 CÁLCULOS PARA CILINDROS

FORÇAS

As forças realizadas pelos cilindros, dependem da pressão do ar, do diâmetro do êmbolo e das resistências impostas pelos elementos de vedação.

A força teórica exercida pelo cilindro é calculada segundo a fórmula abaixo:

$$F_t = P \times A$$

F_t = Força teórica do êmbolo (N)
A = Superfície do êmbolo (0rn2)
P = Pressão de trabalho (KPa, 10^5 N/m², bar)

CILINDRO DE SIMPLES AÇÃO

$$F_{av} = A \cdot p - (F_r + F_F)$$

CILINDRO DE DUPLA AÇÃO (AVANÇO)

$$F_{av} = P \times A - F_r \quad \text{ou} \quad F_{av} = P \times \frac{\pi \cdot D^2}{4} - F_r$$

CILINDRO DE DUPLA AÇÃO (RETORNO)

$$F_{ret} = P \times A_2 - F_r \quad \text{ou} \quad F_{ret} = P \times \frac{\pi \cdot D^2 - d^2}{4} - F_r$$

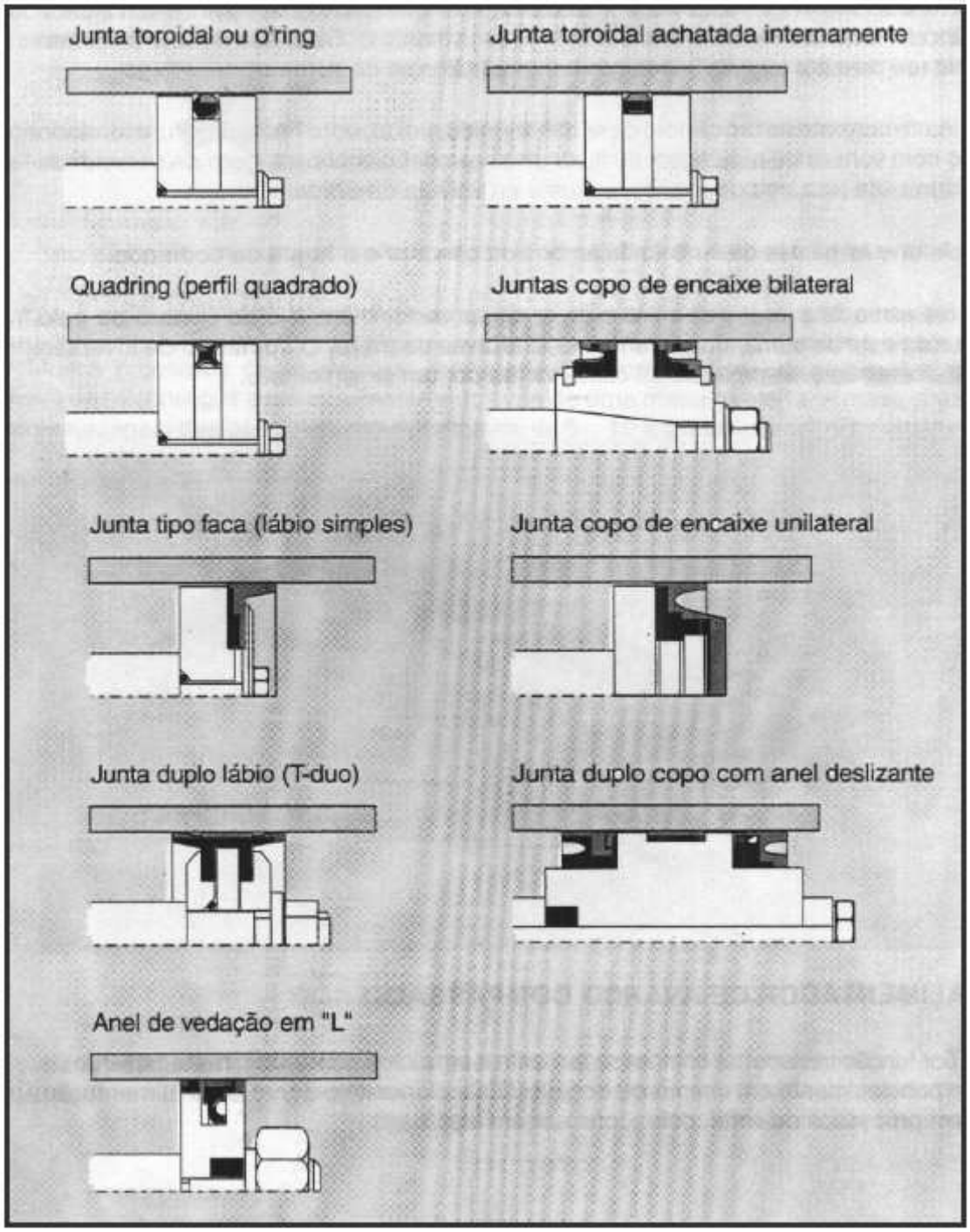
F_n = Força efetiva do êmbolo (N)
A = Superfície útil do êmbolo (cm²)
p = Pressão de trabalho (kPa, 10^5 N/m², bar)
F_r = Resistência de atrito (N) (3-20% de F_t)
F_F = Força da mola de retrocesso (N)
D = Diâmetro do cilindro (cm)
d = Diâmetro da haste do êmbolo (cm)

Na prática a força efetiva de trabalho deve ser a teórica menos as resistências internas ao cilindro.

Em condições normais de trabalho (faixa de pressão de 400 a 800 KPa/4-8 bar), esta resistência pode absorver de 3% a 20% da força calculada.

5.5 TIPOS DE VEDAÇÃO

A vedação das câmaras tem papel fundamental no desempenho dos cilindros, tanto quanto a reutilização de forças como em relação às velocidades.



5.6 UNIDADES ESPECIAIS

5.6.1 Unidade hidropneumática

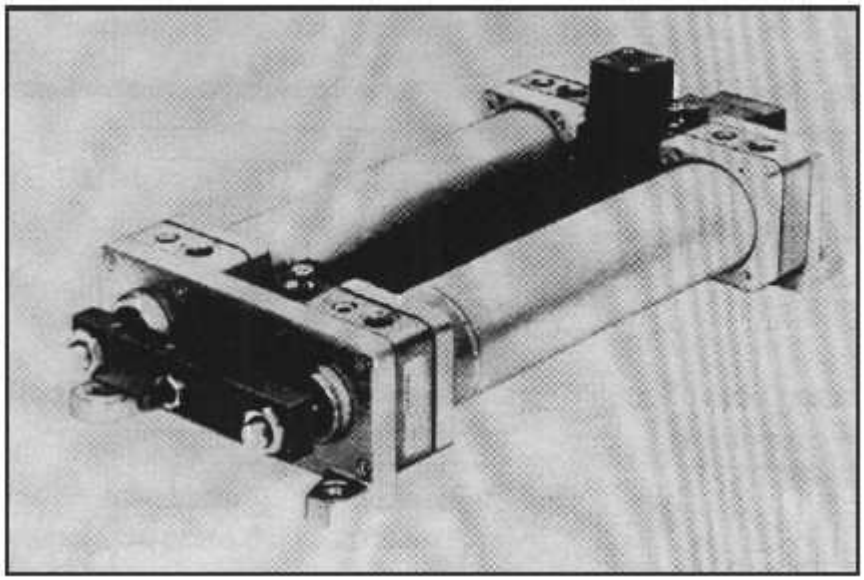
Em muitos casos Os cilindros pneumáticos não fornecem velocidades constantes e uniformes de trabalho. Na unidade hidropneumática a uniformidade dos movimentos é dada por um cilindro hidráulico de amortecimento em circuito fechado. Com isso a parte pneumática da unidade passa a ter velocidade constante e uniforme de acionamento.

A unidade consiste de um cilindro de ar comprimido, um cilindro hidráulico funcionando como freio com válvula de regulagem de fluxo unidirecional para regulagem de velocidade na

parte hidráulica no curso de avanço, e ajuste na válvula de 5/2 vias anexa.

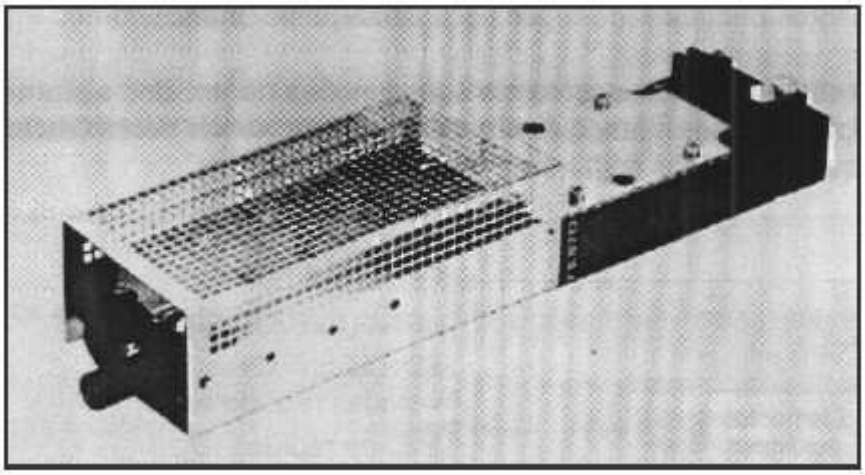
A trave une as hastes de êmbolo de ambos os cilindros e a haste de comando.

No acréscimo de pressão do cilindro de ar comprimido, o êmbolo do cilindro de freio hidráulico e a haste de comando são arrastadas através da trave. O comando de inversão se dá diretamente através da haste de comando ou por um sinal remoto.



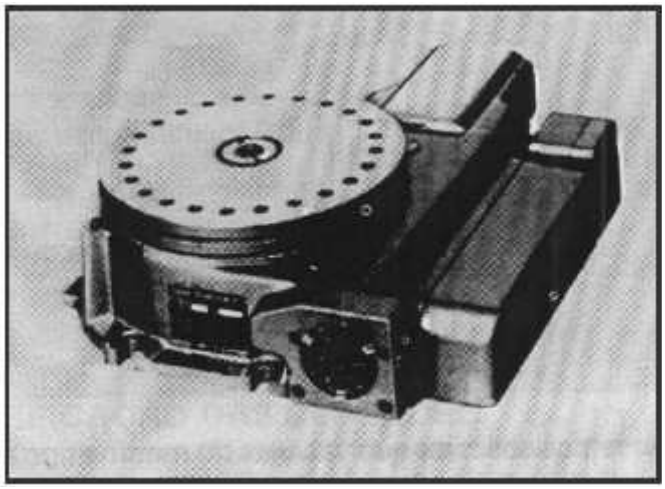
5.6.2 Alimentador de avanço compassado

Tem por função transportar compassadamente e em ciclos contínuos, materiais que se encontram principalmente em chapas ou bobinas. Este dispositivo serve para alimentação continua em processos de corte, dobra, prensagem, etc.



5.6.3 Mesa giratória

Muitos processos necessitam de movimentos compassados circulares. A melhor maneira de se conseguir esse movimento é através de uma mesa giratória. A mesa giratória possui regulagem que possibilita movimentos de 4, 6, 12 e 24 ciclos.

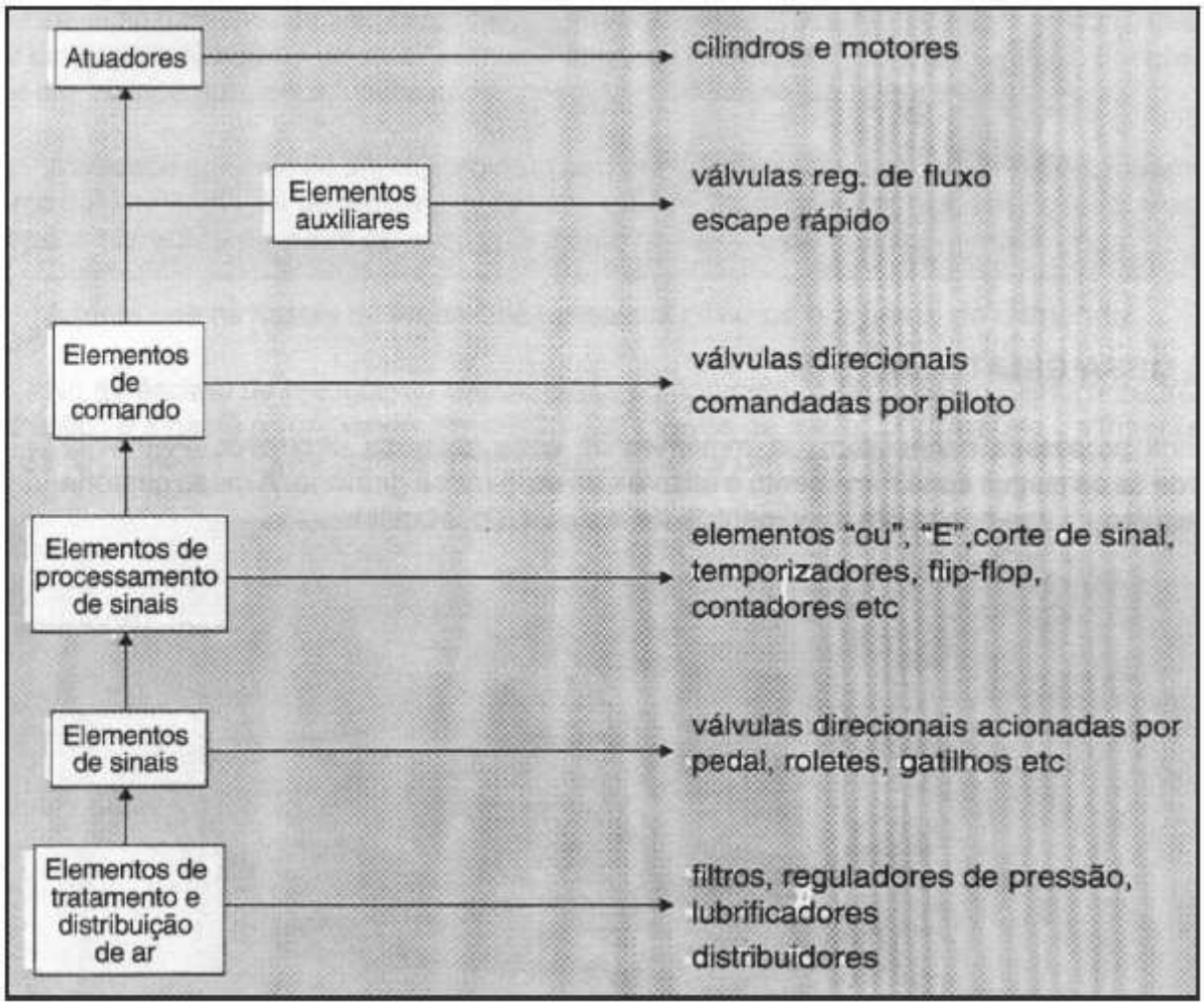


CAPITULO 6

VÁLVULAS PNEUMÁTICAS

Os circuitos pneumáticos são divididos em várias partes distintas e em cada uma dessas divisões, elementos pneumáticos específicos estão posicionados.

Esses elementos estão agrupados conforme suas funções dentro dos sistemas pneumáticos. As múltiplas funções quando devidamente posicionadas dentro de uma hierarquia, formam o que chamamos de “Cadeia de Comandos".



Pelo esquema anterior podemos observar que válvulas do mesmo tipo podem assumir funções em vários pontos do circuito. Por exemplo, válvulas direcionais podem tanto ser elementos de sinais como elementos de comando. Portanto trataremos a partir de agora as válvulas de acordo com sua construção e não por sua função no circuito.

6.1 VALVULAS DIRECIONAIS

São válvulas que interferem na trajetória do fluxo de ar, desviando-o para onde for mais conveniente em um determinado momento por ação de um acionamento externo.

Para a representação das válvulas direcionais nos circuitos pneumáticos utilizamos

simbologia normatizada conforme norma “DIN ISO 1219” esta norma nos dá a função da válvula e não considera a construção da mesma.

O desenvolvimento dos símbolos nos dá a noção exata de como compreender a simbologia completa das válvulas.

6.1.1 Desenvolvimento dos símbolos

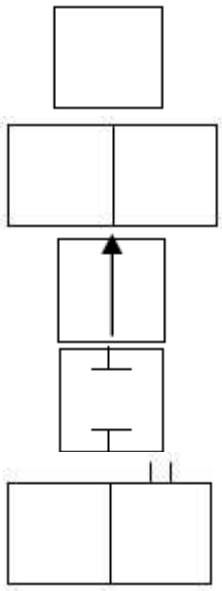
Um quadrado representa a posição de comutação

O nº de quadrados mostra quantas posições à válvula possui

Setas indicam a direção de passagem do fluxo de ar.

Desta forma são representados os bloqueios nas válvulas.

As conexões são indicadas por traços na parte externa, na posição à direita da válvula ou ao centro em casos de válvulas de 3 posições



6.1.2 Identificação das posições e conexões

Posição de Repouso

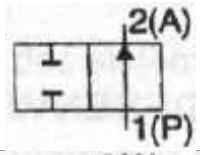
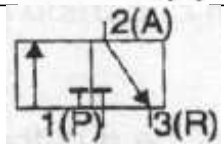
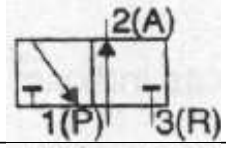
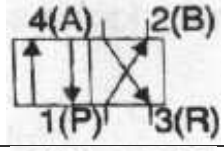
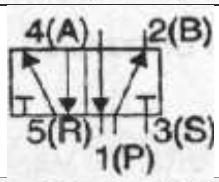
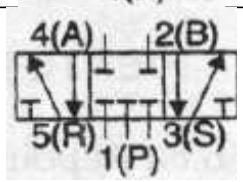
Posição de repouso (ou posição normal) é aquela em que a válvula se encontra quando não está acionada. Neste caso para as válvulas de 2 posições, a posição de repouso é aquela que está situada a direita da válvula e para válvula de 3 posições a posição de repouso será a posição central.

6.1.3 Identificação das conexões

Conforme a norma DIN ISO 5599 temos a representação das conexões através de números e segundo a norma DIN ISO 1219 temos a representação feita par letras

Conexão	DIN ISO 5599	DIS ISO 1219
Pressão	1	P
Exaustão / escape	3,5	R (3/2) R,S (5/2)
Saída	2,4	B,A
Piloto	14,12	Z,Y

Número de vias
Número de posições

2/2	Válvula direcional 2 vias, 2 posições normal aberta (N.A.)	
3/2	Válvula direcional 3 vias, 2 posições normal fechada(N. F)	
3/2	Válvula direcional 3 vias, 2 posições normal aberta	
4/2	Válvula direcional 4 vias, 2 posições	
5/2	Válvula direcional 5 vias, 2 posições	
5/3	Válvula direcional 5 vias, 3 posições centro fechada	

Exemplo de designação de conexões

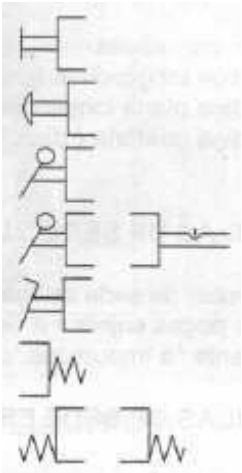
6.1.4 Tipos de acionamentos

A comutação das válvulas direcionais dependem de acionamentos externos, esses acionamentos podem ser: mecânicos, manuais, elétricos, pneumáticos ou ainda combinados. O acionamento deve ser compatível com o momento do acionamento. Por exemplo:

Para um sinal de início de ciclo normalmente se usa um acionamento muscular (botão, pedal, alavanca). Quando o acionamento vai ser executado por um cilindro no meio do ciclo, um acionamento mecânico (rolete, gatilho, came) é o mais indicado:

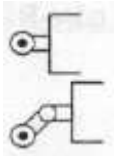
MUSCULAR

Operação manual geral
Botão
Alavanca
Alavanca com trava
Pedal
Mola (retorno)
Centragem por mola



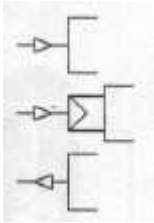
MECÂNICO

Rolete
Gatilho



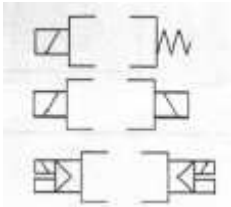
PNEUMÁTICO

Piloto direto
Servo piloto
Decréscimo de pressão



ELÉTRICO

Simples solenoide
Duplo solenoide
Solenoides com operação por piloto e manual



6.1.5 Características construtivas das válvulas direcionais

As características de construção das válvulas determinam sua vida útil, possibilidades de ligações e tamanho.

Segundo a construção podemos distinguir as tipos

Válvulas de assento
- Válvulas de sede esférica
- Válvulas da sede de prato

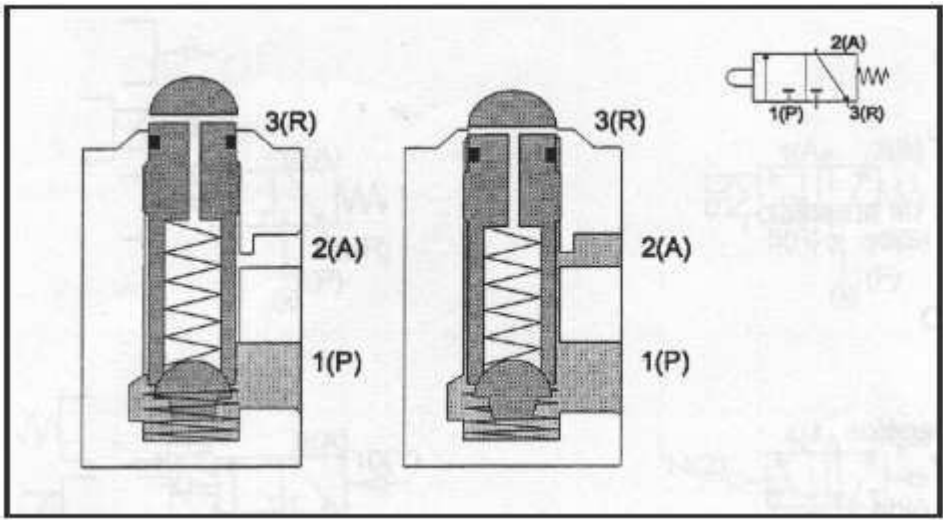
Válvulas corrediças
- Corrediça longitudinal (carretel)
- Corrediça plana longitudinal (comutador)
- Corrediça giratória (disco)

VÁLVULAS DE SEDE OU ASSENTO

Nas válvulas de sede as ligações são abertas por esferas, prato ou cone. Estas válvulas possuem poucas penas sujeitas a desgaste e por isso apresentam longa vida útil, bem como são bastante tolerante a impurezas, porém possuem forças relativamente altas de comutação.

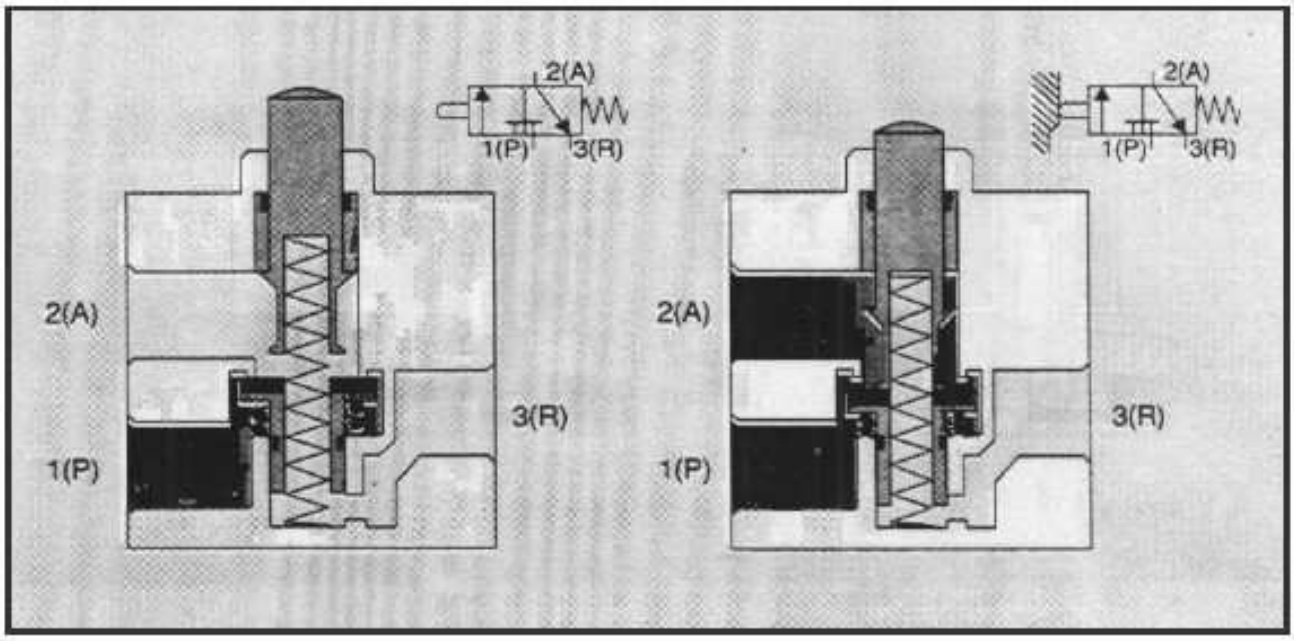
VÁLVULAS DE SEDE ESFÉRICAS

Ao ser acionada, bloqueia-se a passagem de A para R, liberado a passagem do ar de P para A Ao ser desacionada a mole repõe a esfera em seu assento bloqueando a conexão P e liberado a passagem de A para R.



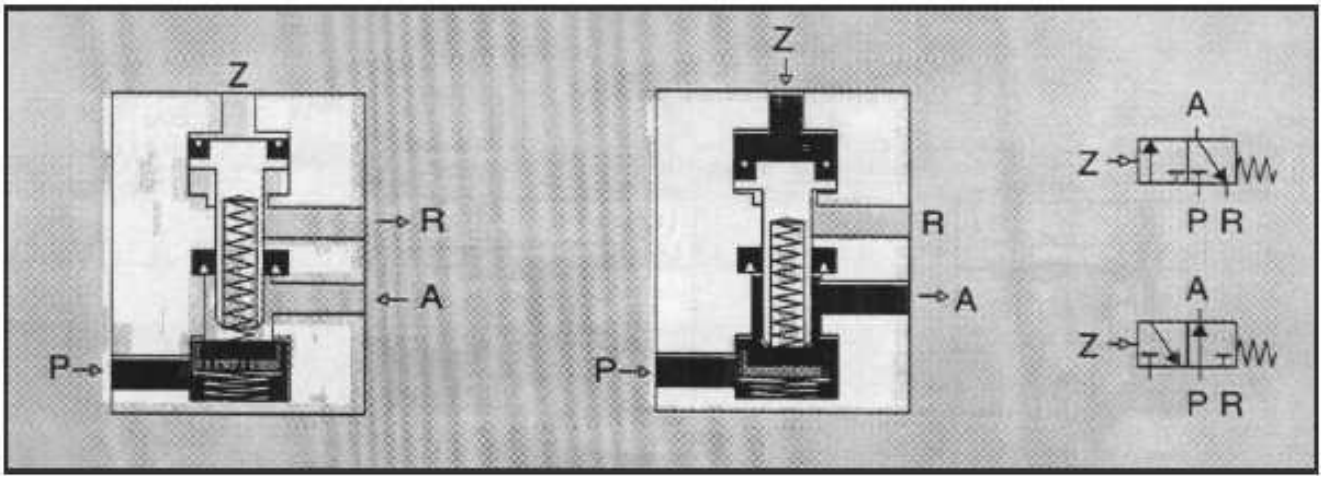
VÁLVULA DE SEDE DE PRATO (ACIONAMENTO MECANICO)

Ao ser acionado o apalpador veda primeiro a passagem de A para R. Logo em seguida desloca o prato de seu assento conectando P com A. No desacionamento é desligada primeiro a conexão P com A e logo após a ligada a conexão R com A.



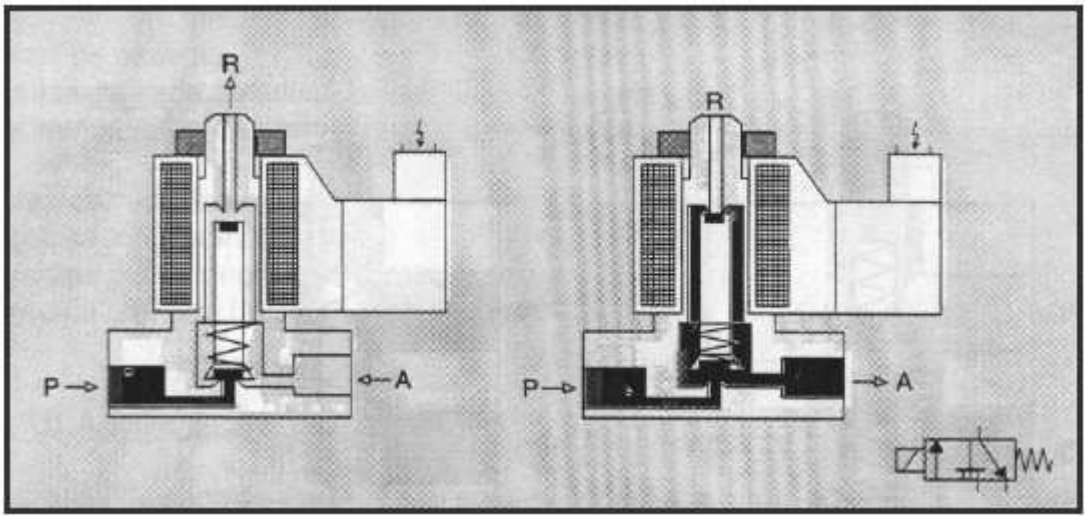
VÁLVULA DE SEDE DE PRATO (ACIONAMENTO PNEUMATICO)

Ao ser acionado, o piloto Z atua sobre a área maior do pistão principal efetuando a bloqueio da passagem de A para R Logo após desloca a prato de vedação de seu assento, conectando P com A. Esta válvula também pode ser normal aberta, bastando para isso apenas inverter as conexões P e R.



VÁLVULA DE SEDE DE PRATO (ACIONAMENTO ELETROMAGNÉTICO)

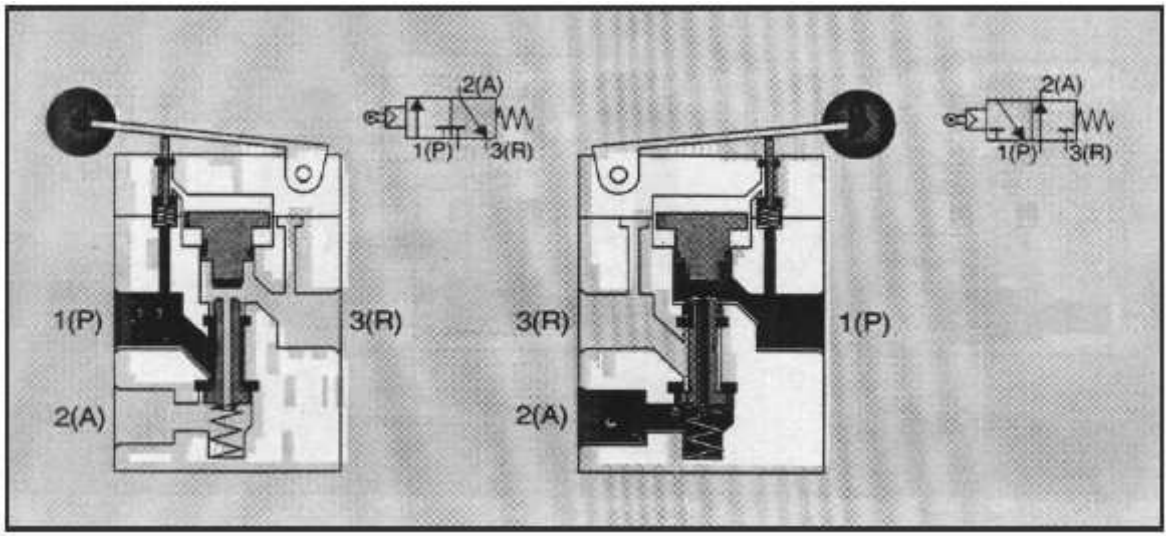
O funcionamento desta válvula é semelhante às anteriores, o que muda é apenas o acionamento e o fato de que as comutações P para A e A para R ocorrem simultaneamente.



VÁVULA DE SEDE DE PRATO (ACIONAMENTO POR ROLETE / SERVO-PILOTADA)

Com o auxilio de um sistema de acionamento servo-pilotado (indireto) têm-se a redução da força necessária ao acionamento, tornando a válvula bastante sensível.

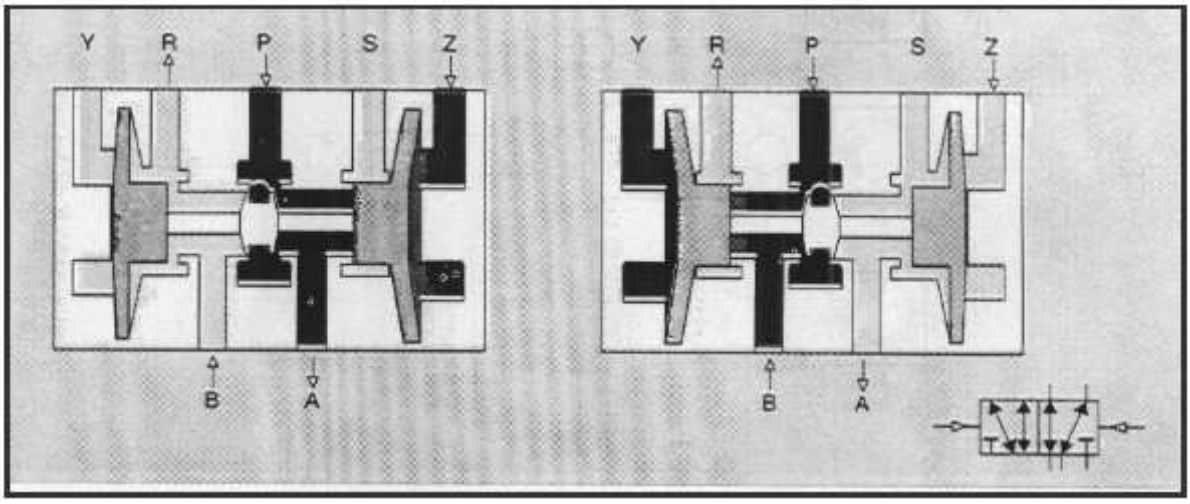
Com o acionamento do rolete libera-se a passagem de ar de P para o piloto do carretel principal, que faz a vedação da conexão R com A e logo após abre a passagem de ar de P para A.



VÁLVULA DE SEDE DE MENBRANA

Esta válvula possui pequeno curso, vedação positiva e pequenas forças de acionamento.

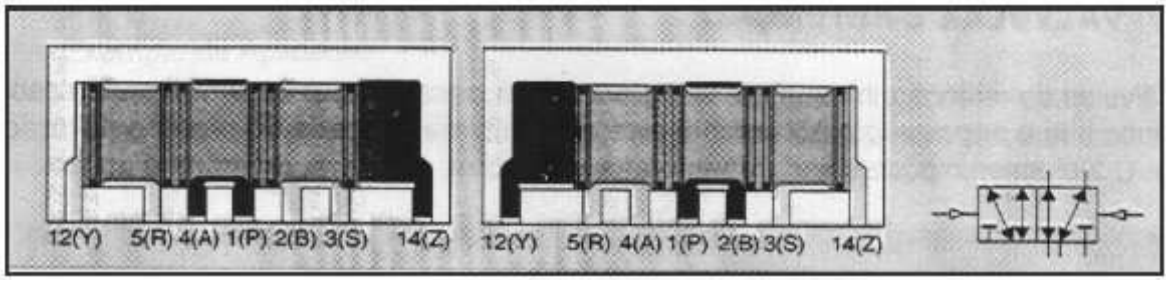
Quando o piloto Z é acionado, o carretel se desloca para a direita comutando P com A e a conexão B com S para escape. Quando o piloto Y é comutado liga-se a conexão p com B e a conexão A com R para escape.



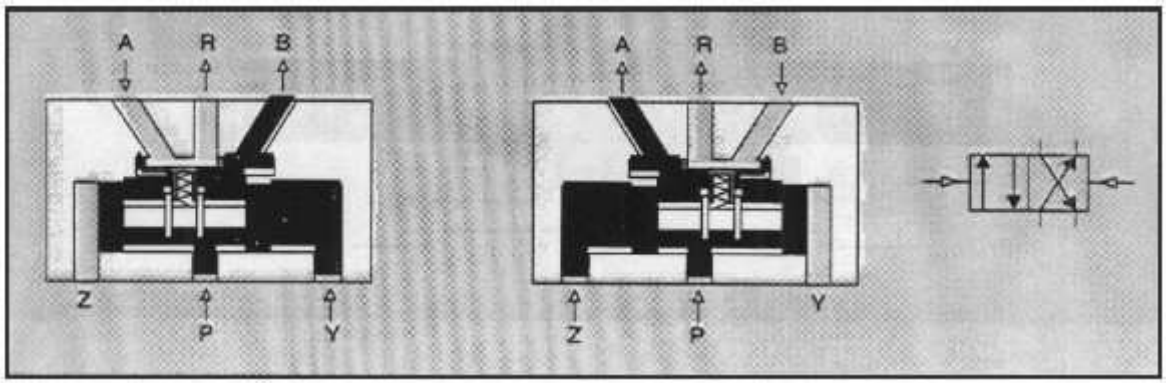
VÁLVULAS CORREDIÇAS

VÁLVULAS DE CORREDIÇA LONGITUDINAL (CARRETEL)

Nesta válvula a força de acionamento é pequena, porém o curso de comutação é longo, o que torna a válvula lenta na comutação.

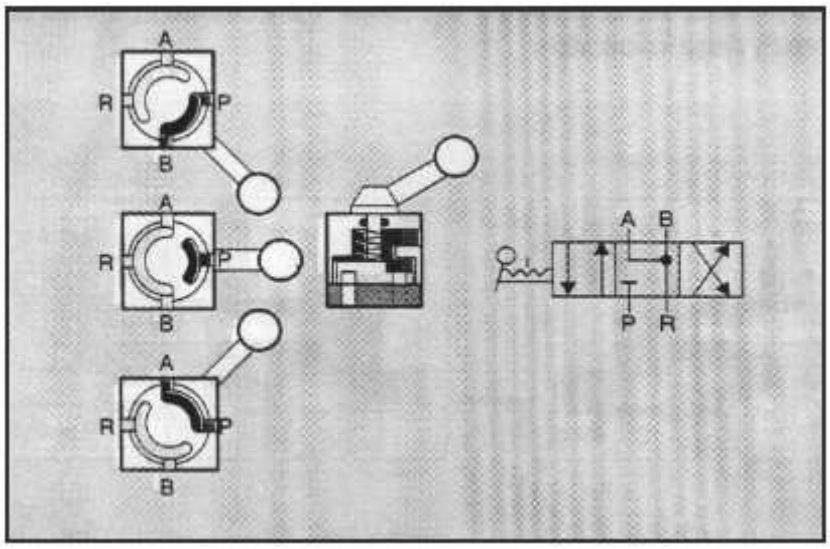


VÁLVULA CORREDIÇA LONGITUDINAL PLANA



VÁLVULA CORREDIÇA GIRATÓRIA DISCO

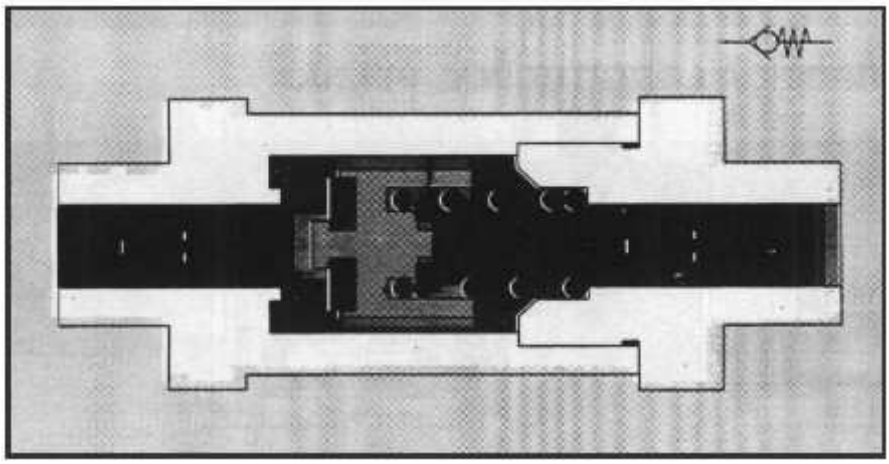
Estas válvulas são normalmente acionadas por alavanca. A comutação se dá pela sobreposição de discos.



6.2 VÁLVULAS DE BLOQUEIO

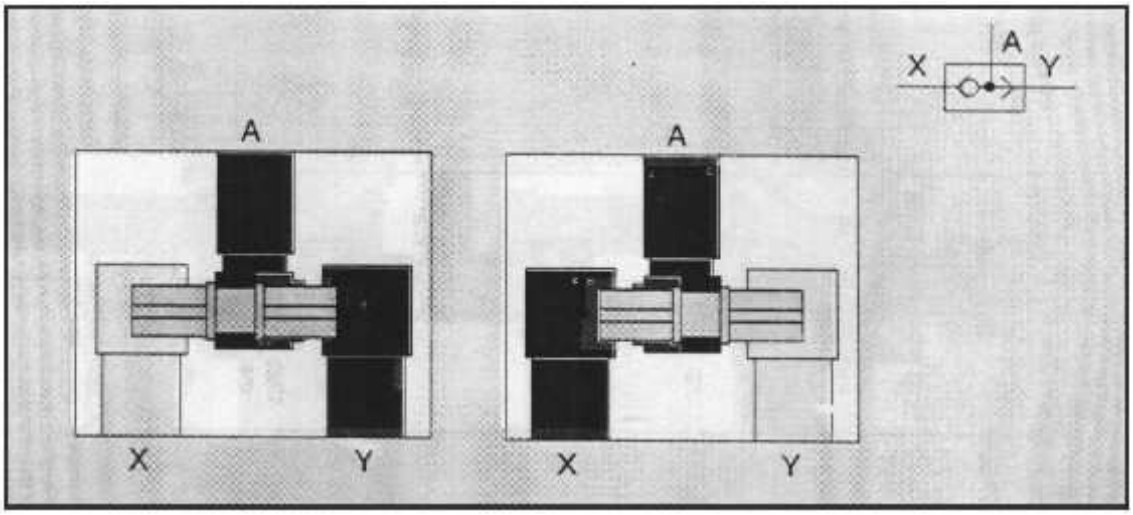
Válvulas de bloqueio são elementos que em geral bloqueiam a passagem de ar em um sentido, permitindo a passagem livre no sentido oposto. A pressão no lado do bloqueio atua sobre o elemento vedante, permitindo assim a vedação perfeita da válvula.

6.2.1 Válvula de retenção



6.2.2 Válvula alternadora

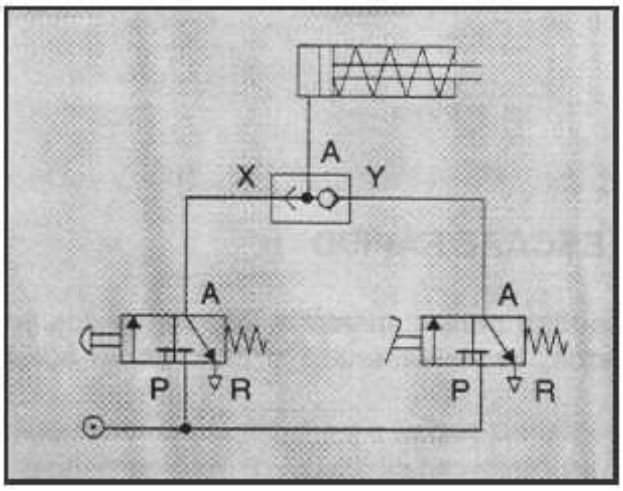
Esta válvula possui duas entradas X e Y, e uma saída A. Quando o ar comprimido entra em X, a esfera bloqueia a entrada Y e o ar circula de X para A. Em sentido contrário quando o ar circula de Y para A, a entrada X fica bloqueada. Quando um lado de um cilindro ou de uma válvula entra em exaustão, a esfera permanece na posição em que se encontrava antes do retorno do ar.



Estas válvulas são chamadas também de “elemento OU (OR)” e seleciona sinais emitidos por válvulas de “sinais” provenientes de diversos pontos e impede o escape de ar por uma segunda válvula.

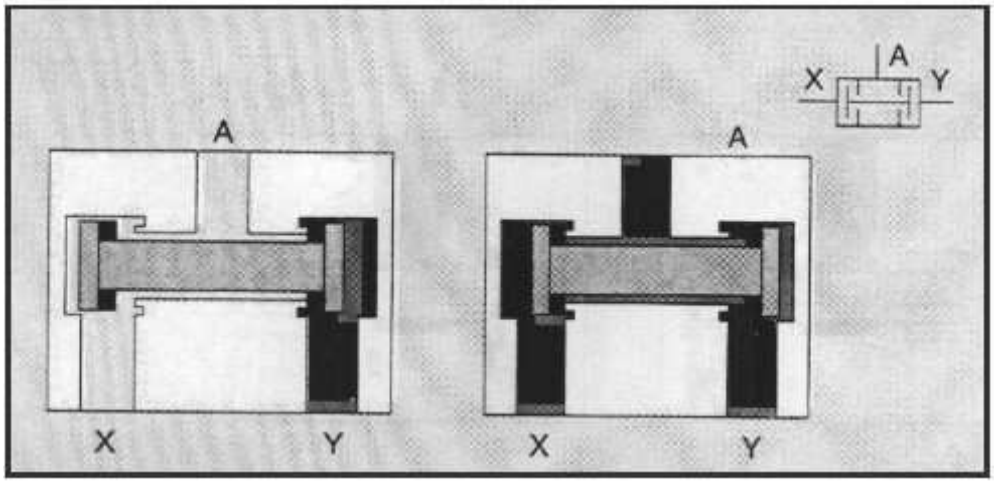
Se um cilindro ou uma válvula de comando devem ser acionadas de dois ou mais lugares, é necessária a utilização desta válvula (alternadora).

Exemplo de aplicação

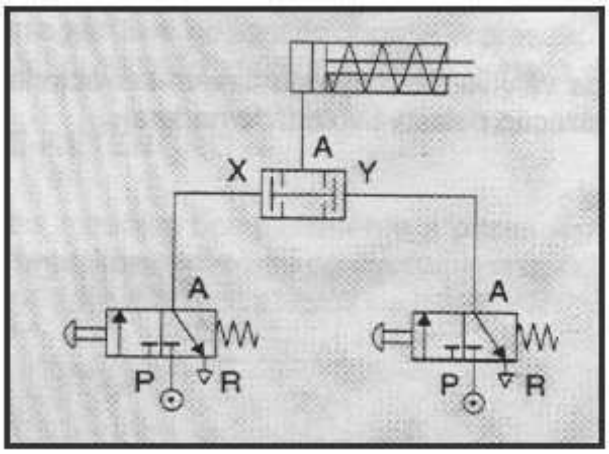


6.2.3 Válvula de simultaneidade

Esta válvula possui duas entradas X e Y e uma saída A. O ar comprimido pode passar somente quando houver pressão em ambas as entradas. Um sinal de entradas e X e Y impede o fluxo para A em virtude do desequilíbrio das forças que atuam sobre a peça móvel. Quando existe uma diferença de tempo das pressões, a última é a que chega na saída A. Se os sinais de entrada são de pressões diferentes, a maior bloqueia um lado da válvula e a pressão menor chega até a saída A. Esta válvula é também chamada de “elemento E (AND)”.



Exemplo de aplicação:

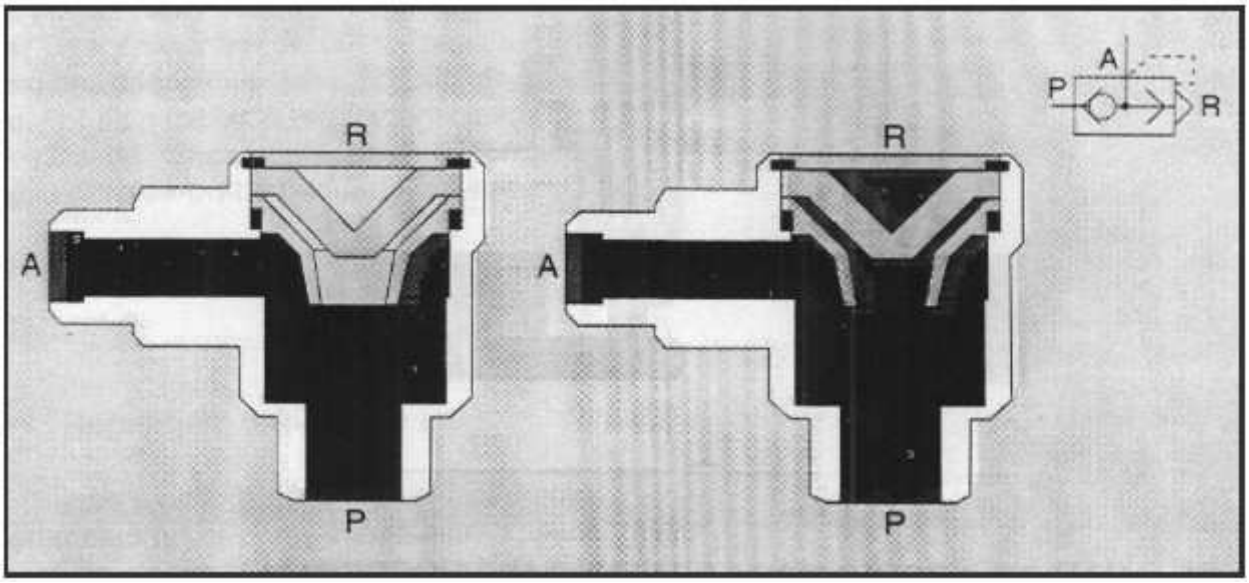


6.2.4 Válvula de escape rápido

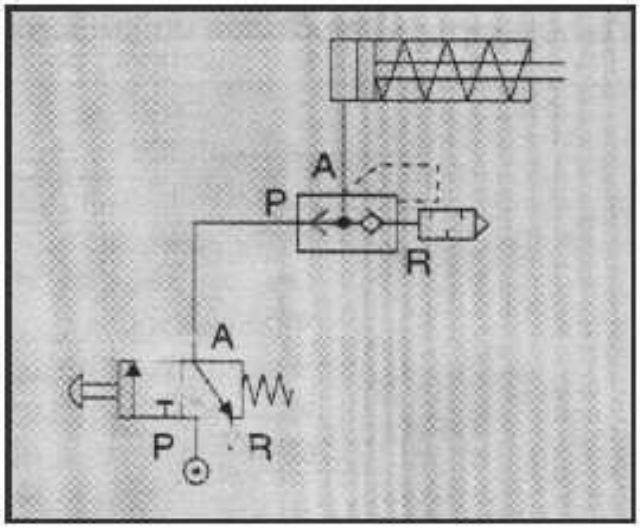
Estas válvulas são usadas para aumentar a velocidade dos êmbolos dos cilindros. Tempos de retorno elevados, especialmente em cilindros de ação simples podem ser eliminados dessa forma.

A válvula é dotada de uma conexão P, uma conexão de escape R bloqueado e uma saída A.

Quando se aplica pressão em P, a junta desloca-se contra o assento e veda o escape R. O ar circula até a saída A. Quando a pressão em P deixa de Existir, o ar que agora retorna pela conexão A, movimenta a junta contra a conexão P provocando seu bloqueio. Dessa forma o ar pode escapar por R rapidamente para a atmosfera. Evita-se com isso, que o ar de escape seja obrigado a passar por uma canalização longa e de diâmetro pequeno até a válvula de comando. O mais recomendável é colocar o escape rápido diretamente no cilindro ou então o mais próximo possível do mesmo.



Exemplo de aplicação:

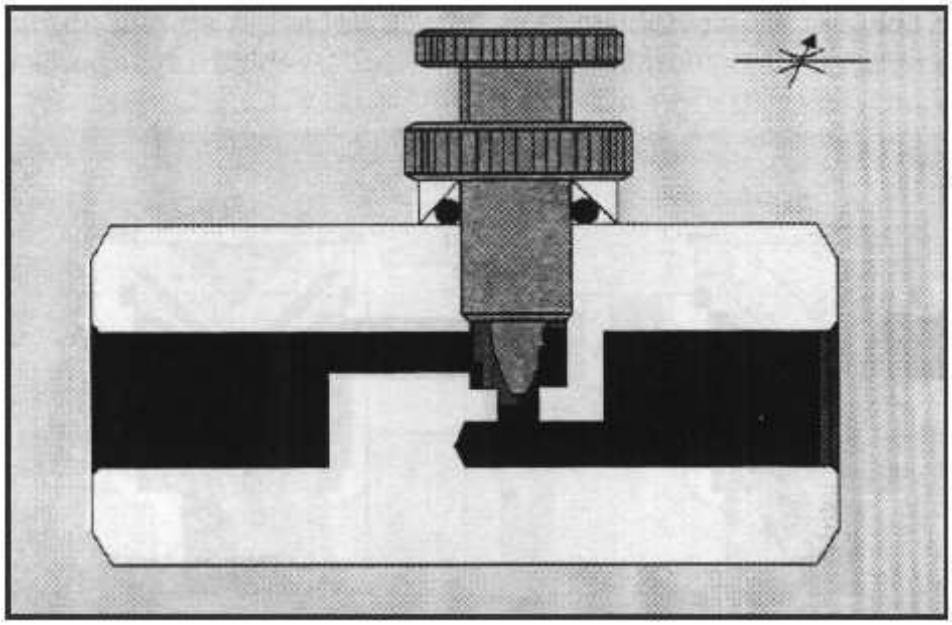


6.3 VÁLVULAS DE FLUXO

Válvulas de fluxo influenciam a quantidade de ar que passa ao atuador. Este controle tem como finalidade ajustar a velocidade de atuação dos cilindros ou a rotação de giro dos motores.

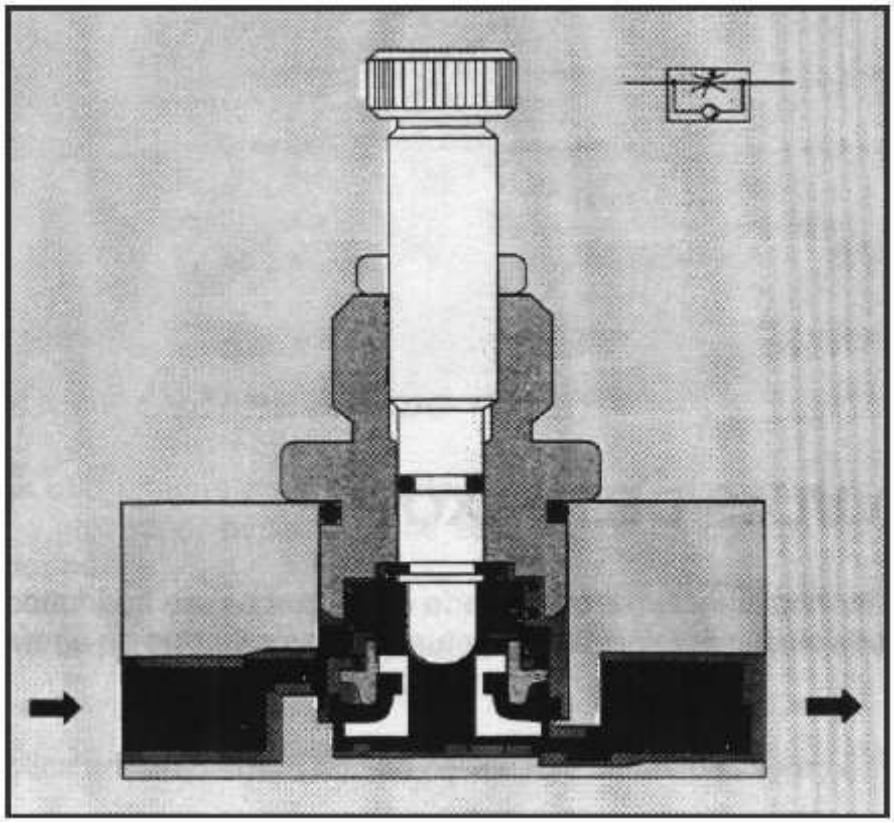
6.3.1 Válvula reguladora de fluxo bidirecional

Com válvulas reguladoras de fluxo bidirecionais pode-se ajustar a velocidade e ou rotação de atuador em ambas as direções de movimento regulável. Pode-se diminuir a quantidade de ar disponível ao cilindro variando assim sua velocidade.



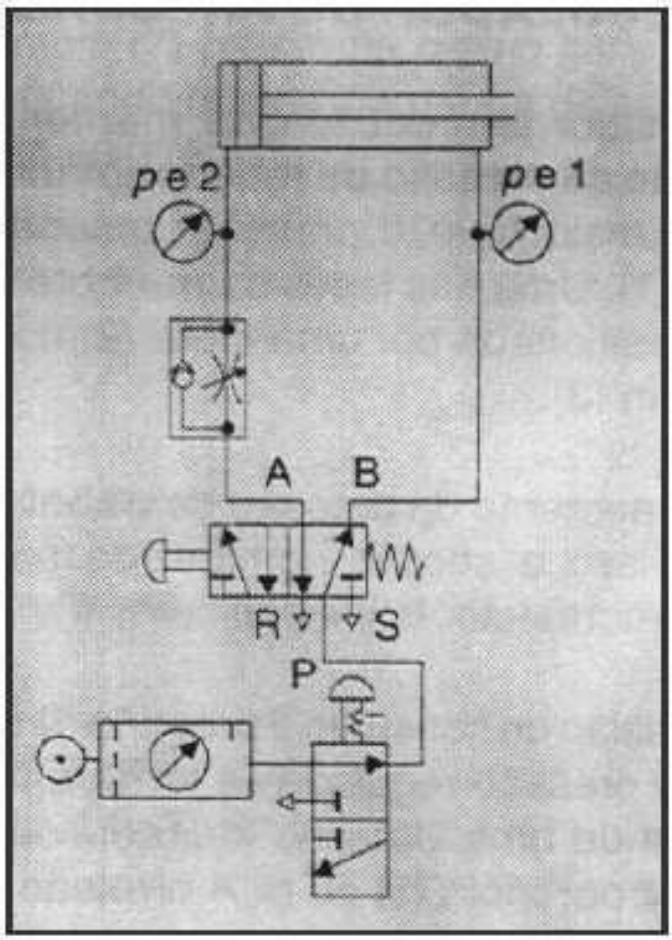
6.3.2 Válvula reguladora de fluxo unidirecional

Nesta válvula a regulagem do fluxo é feita somente em uma direção. Uma válvula de retenção fecha a passagem numa direção e o ar pode fluir somente através da seção regulável. Em sentido contrário o ar passa livre através da válvula de retenção aberta. Estas válvulas são utilizadas para regulagem da velocidade em cilindros pneumáticos.



Regulagem da entrada de ar.

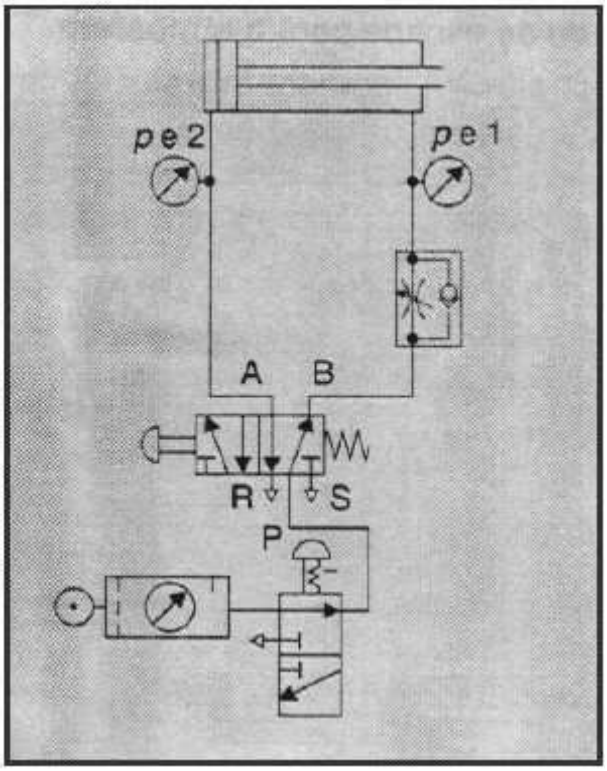
Neste caso, as válvulas reguladoras de fluxo unidirecional são montadas de modo que o estrangulamento seja feito na entrada do ar para o cilindro. O ar de retorno pode fluir para atmosfera pela válvula de retenção. Ligeiras variações de carga na haste do pistão, provocadas por exemplo ao passar pela chave fim de curso, resultam em grandes diferenças de velocidade do avanço Por esta razão, a regulagem na entrada é utilizada unicamente para cilindros de ação simples ou de pequeno volume.



Regulagem da saída de ar;

Neste caso o ar de alimentação entra livremente no cilindro, sendo estrangulado o ar de saída. Com isso o êmbolo fica submetido a duas pressões de ar. Esta montagem da válvula reguladora de fluxo unidirecional melhora muito a conduta do avanço, razão pela qual a regulagem em cilindros de ação dupla deve ser efetuada na saída do ar da câmara do cilindro.

Em cilindros de pequeno diâmetro (pequeno volume) ou de pequeno curso, a pressão do lado da exaustão não pode aumentar com suficiente rapidez, sendo eventualmente obrigatório o emprego conjunto de válvula reguladora de fluxo unidirecional para a entrada e para a saída do ar das câmaras dos cilindros, a fim de se conseguir a velocidade desejada.



6.4 VÁVULAS DE PRESSÃO

São válvulas que influenciam a pressão dos sistemas pneumáticos. Estão dividas em 3 grupos.

- Reguladoras de Pressão
- Limitadoras de Pressão
- Válvulas de Sequência

6.4.1 regulador de pressão com orifício de escape

O regulador tem por função manter constante a pressão de trabalho (secundária) independente da pressão da rede (primária) e consumo de ar. A pressão primária tem que ser sempre maior que a pressão secundária. A pressão é regulada por meio de urna membrana (1). Uma das faces da membrana é, submetida à pressão de trabalho, enquanto a outra é pressionada por uma mola (2) cuja pressão é ajustável por meio de um parafuso de regulagem (3).

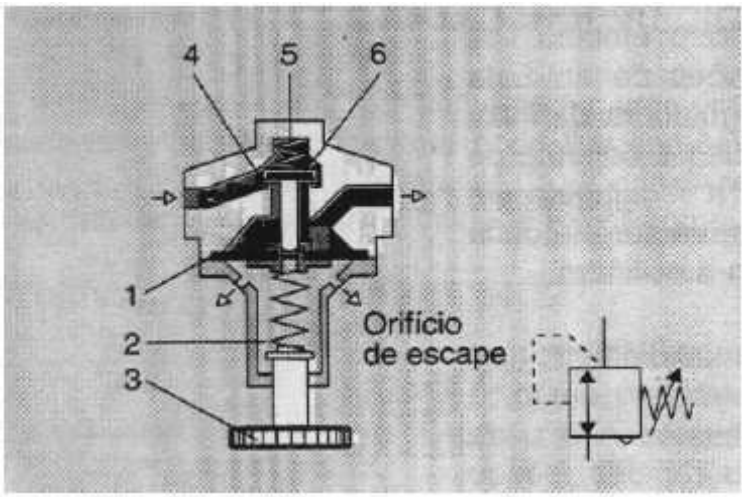
Com o aumento da pressão de trabalho, a membrana se movimenta contra a força da mola. Com isso a seção nominal de passagem na sede da válvula (4) diminui até o fechamento completo. Isto significa que a pressão é regulada pela vazão.

Por ocasião do consumo a pressão diminui e a força da mola reabre a válvula. Com isso, o manter da pressão regulada se torna um constante abrir e fechar da válvula. Para evitar ocorrência de uma vibração indesejável, sobre o prato da válvula (6) é constituído um amortecedor por mola (5) ou ar. A pressão de trabalho é indicada por manômetro.

Se a pressão crescer demasiadamente do lado secundário, a membrana é pressionada contra a mola. Com isso, abre-se o orifício da parte central da membrana e o ar em excesso sai pelo furo de escape para a atmosfera.

6.4.2 Regulador de pressão sem orifício de escape

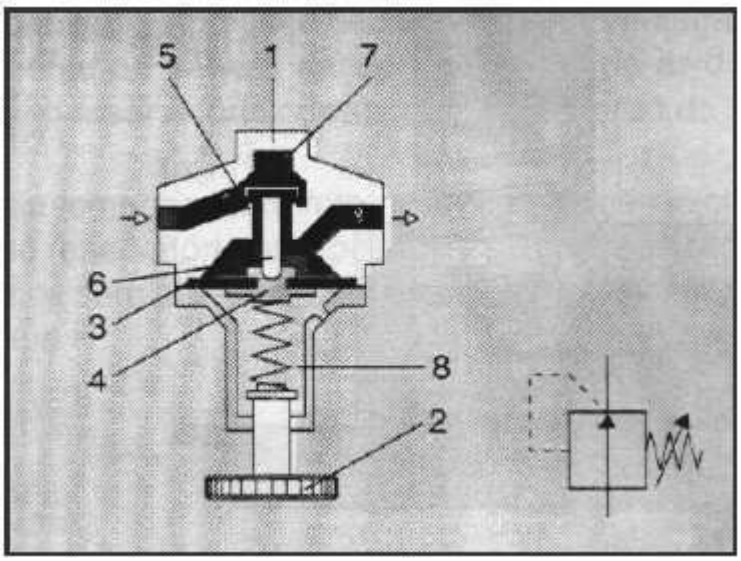
No comércio encontram-se reguladores de pressão sem abertura de escape. Nesses casos, não se pode permitir a fuga do ar contido no sistema para a atmosfera.



Funcionamento:

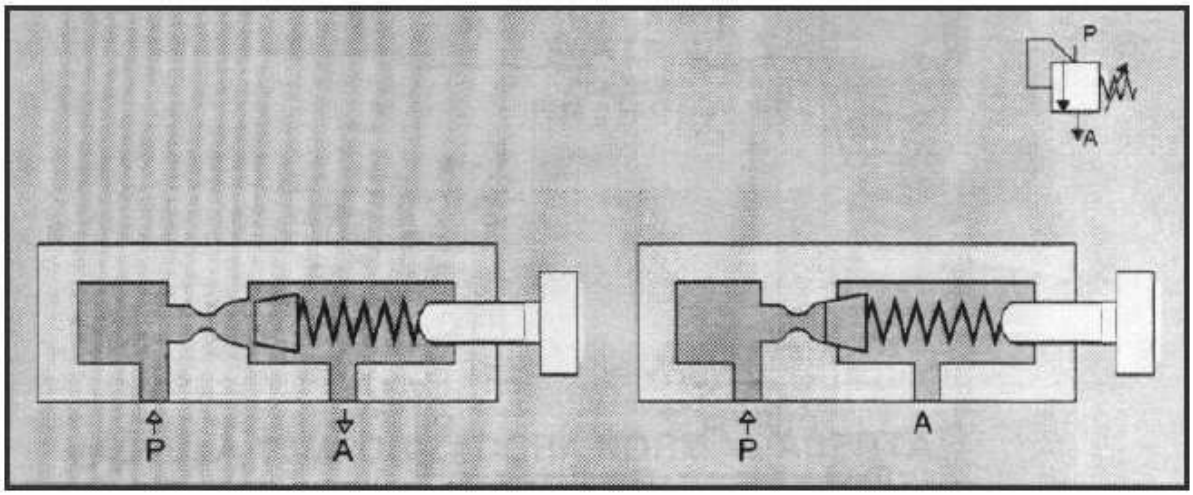
Por meio do parafuso de ajuste (2) é tencionada a mola (8) juntamente com a membrana (3). Conforme a regulagem da mola (8) a passagem do primário para o secundário se torna maior ou menor. Com isso o pino (6) encostado à membrana afasta ou aproxima a vedação (5) do assento.

Se do lado secundário não houver passagem de ar, a pressão cresce a torga a membrana (3) contra a mola (8) flesta forma, a mola (7) pressiona o pine para baixo e a passagem é fechada pela vedação (5). Somente quando houver demanda de ar pelo lado secundário é que o ar comprimido do lado prima do voltará a fluir.



6.4.3 Válvula limitadora de pressão

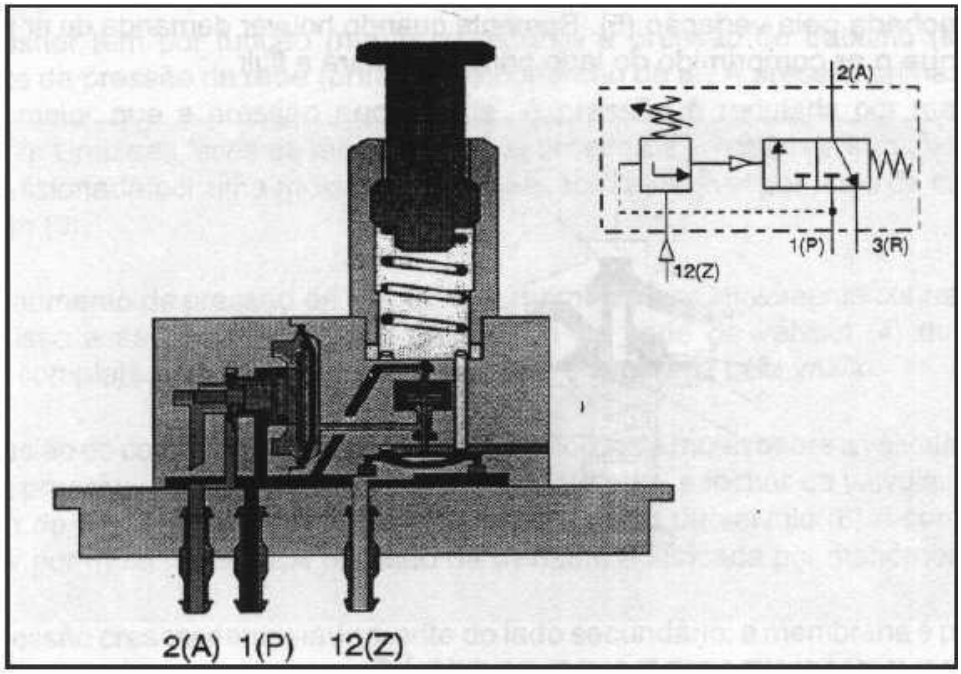
Estas válvulas são utilizadas, sobretudo, come válvula de segurança (válvula de alívio). Não permitem um aumento da pressão no sistema, acima da pressão máxima ajustada. Alcançada na entrada da válvula o valor máximo da pressão, abre-se a saída e o ar escapa para a atmosfera. A válvula permanece aberta até que a mola, após a pressão ter caído abaixo do valor ajustado, volte a fechá-la.



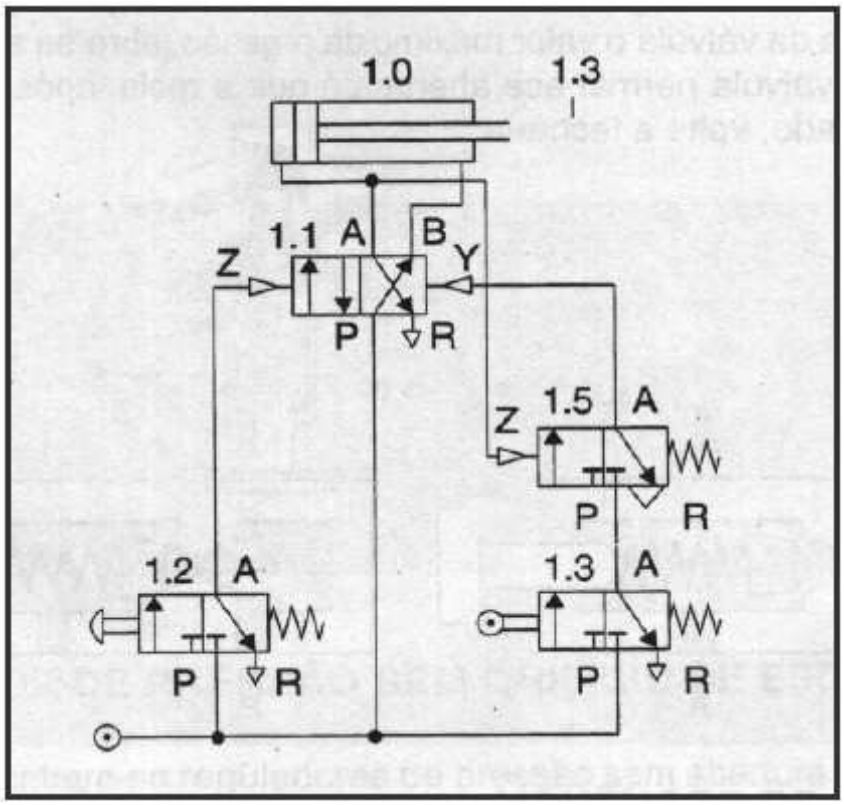
6.4.4 Válvula de sequência

O funcionamento é muito similar ao da válvula limitadora de pressão. Abre-se a passagem quando é alcançada uma pressão superior a ajustada pela mola. Quando no comando Z é atingida uma certa pressão pré-ajustada, O êmbolo atua uma válvula 3/2 vias, de maneira a estabelecer um sinal na saída A.

Estas válvulas são utilizadas em comandos pneumáticos que atuam quando há necessidade de uma pressão fixa para o processo de comutação (comando em função da pressão). O sinal é transmitido somente quando for alcançada a pressão de comando.



Exemplo de aplicação:



6.5 COMBINAÇÕES DE VÁLVULAS

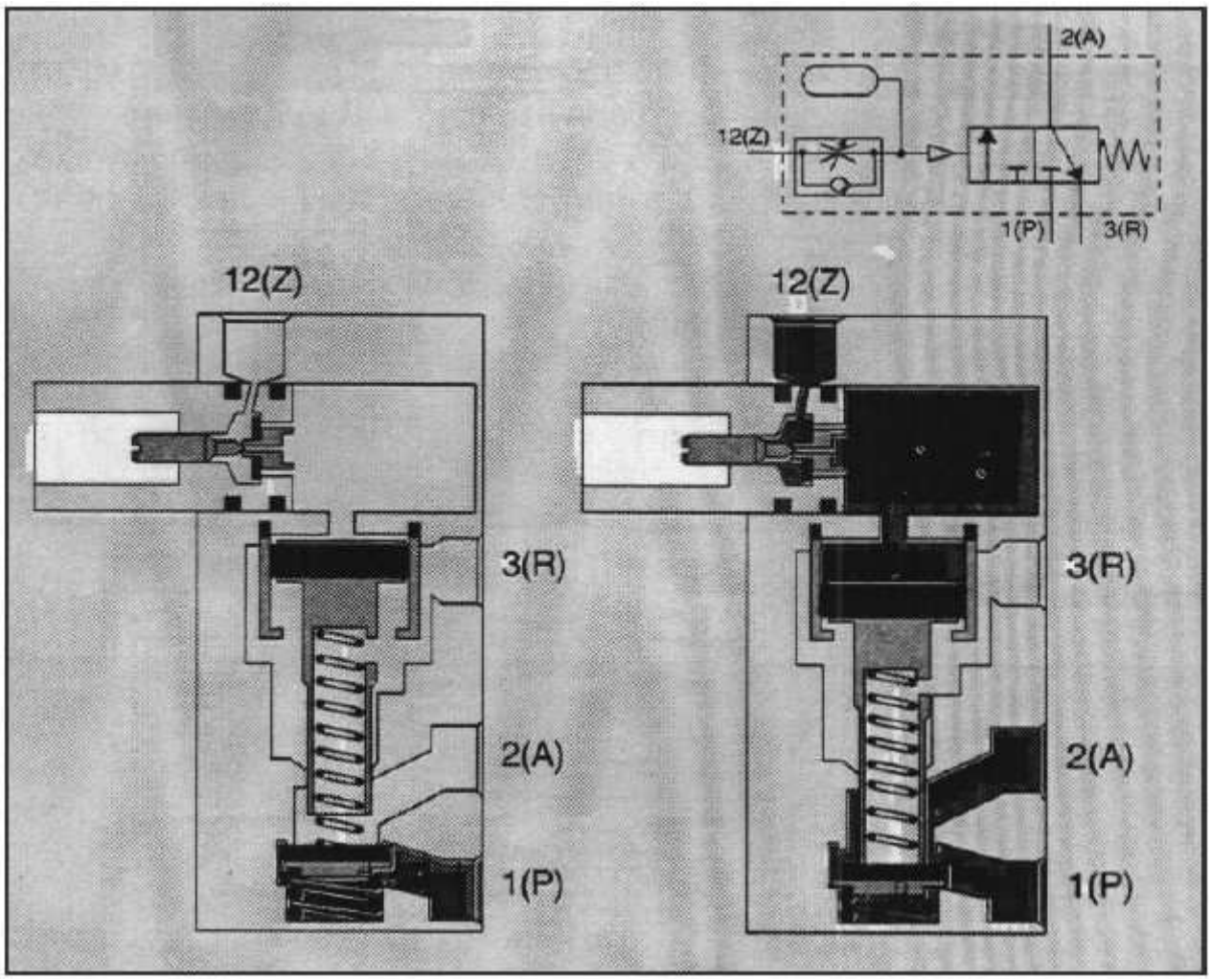
Válvulas temporizadas

Válvulas temporizadas são utilizadas para promover um retardo na emissão de um sinal. Normalmente as válvulas temporizadas são compostas de uma válvula direcional 3/2 vias acionada por piloto, uma válvula reguladora de fluxo unidirecional e um reservatório de ar.

6.5.1 Válvula temporizadora normal fechada.

O ar comprimido entra na válvula pelo orifício P. O ar de comando entra na válvula pelo orifício Z e passa através de uma reguladora de fluxo unidirecional; conforme o ajuste da válvula, passa uma quantidade maior ou menor de ar por unidade de tempo para o depósito de ar incorporado. Alcançada a pressão necessária de comutação, O êmbolo de comando afasta o prato do assento da válvula dando passagem de ar de P para A. O tempo de formação da pressão no reservatório corresponde ao retardo da válvula.

Para que a válvula temporizadora retorne à sua posição inicial, é necessário exaurir o ar do orifício Z. O ar do reservatório escapa através da válvula reguladora de fluxo; o piloto da válvula direcional fica sem pressão, permitindo que a mola feche a válvula conectando a saída A com o escape R.



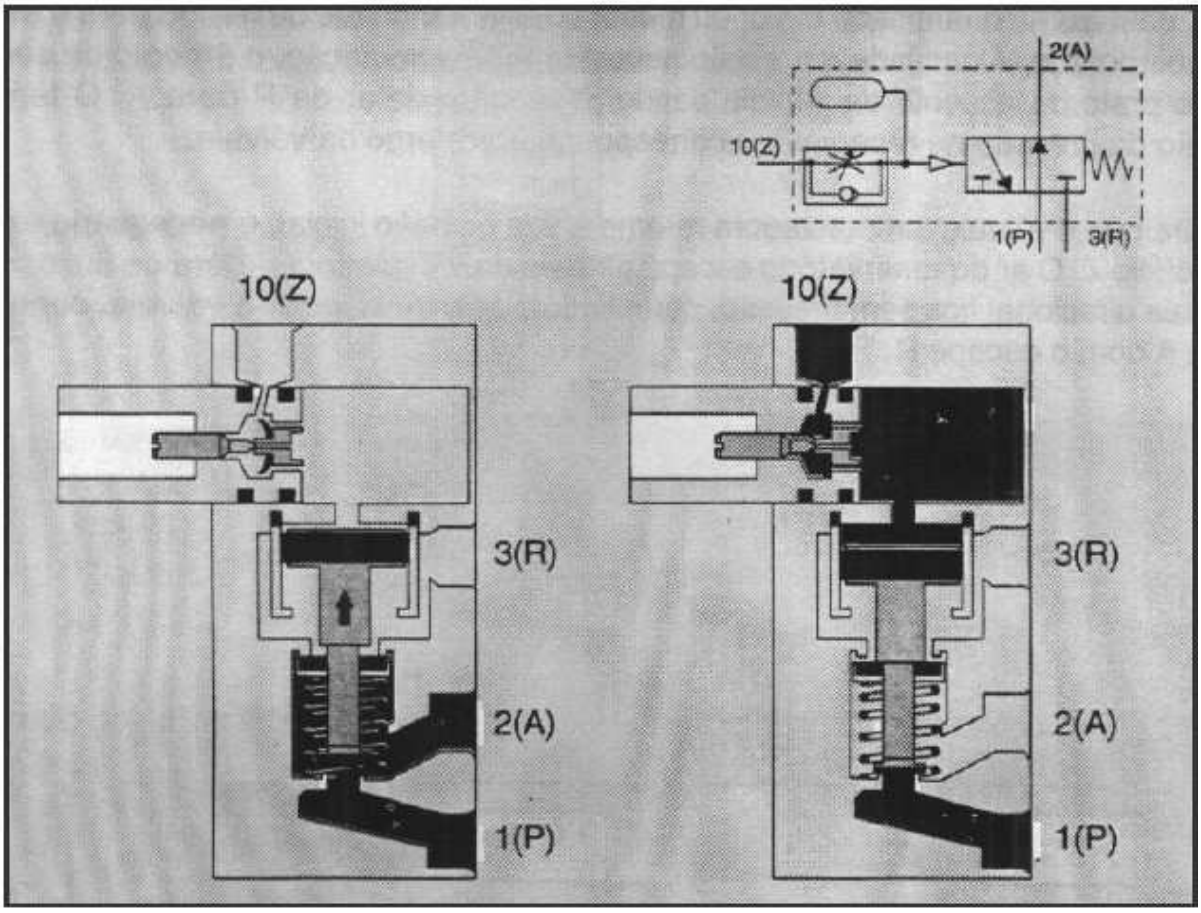
6.5.2 Válvula temporizadora normal aberta

Esta válvula também é uma combinação de válvulas, integrada por uma válvula de 3/2 vias, uma válvula reguladora de fluxo unidirecional e um reservatório de ar. A válvula direcional 3/2 vias é uma válvula normalmente aberta.

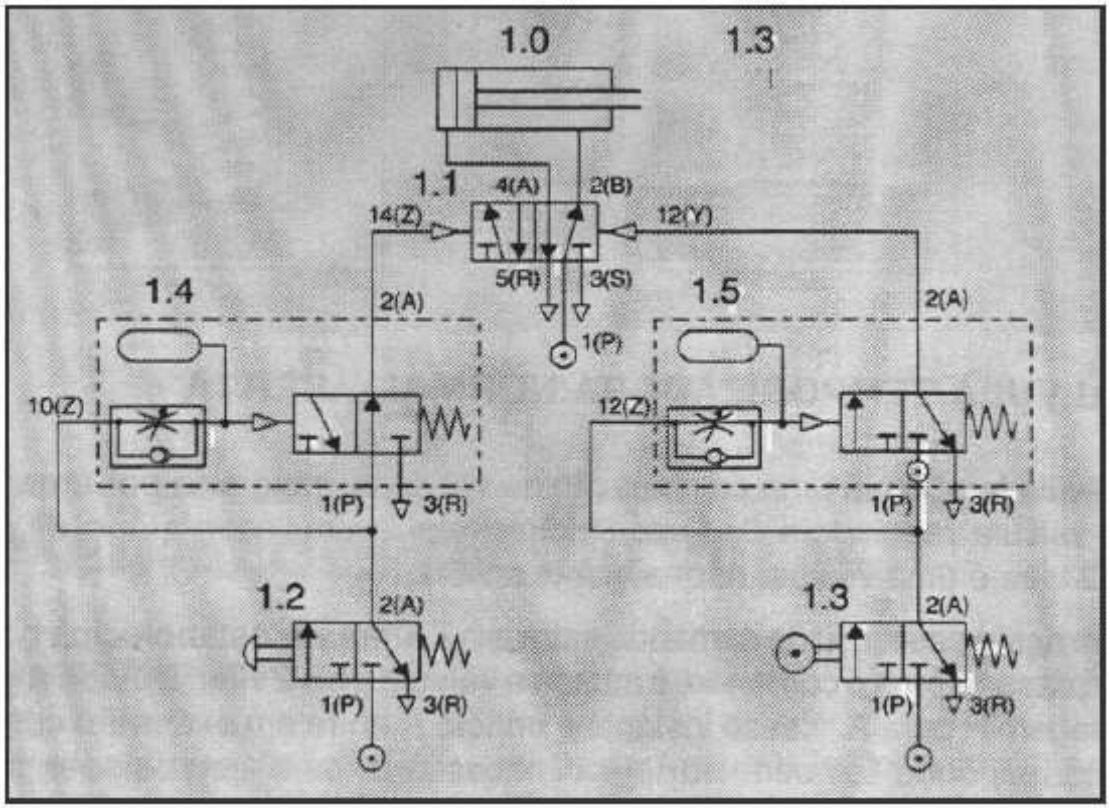
Também neste caso, o ar de comando entra em Z; uma vez estabelecida no reservatório à pressão necessária para o comando, é atuada a válvula de 3/2 vias. Devido a isso, a válvula fecha a passagem P para A. Nesse instante o orifício A entra em exaustão com R. O tempo de retardo corresponde também ao tempo necessário para estabelecer a pressão no reservatório.

Caso for retirado o ar de Z, a válvula de 3/2 vias voltará a posição inicial.

Em ambos os temporizadores, o tempo de retardo normal é de 0 a 30 segundos. Este tempo pode ser prolongado com depósito adicional. Se o ar é limpo e a pressão constante, podem ser obtidas temporizações exatas.



Exemplo de aplicação:



6.5.3 Divisor binário (flip-flop)

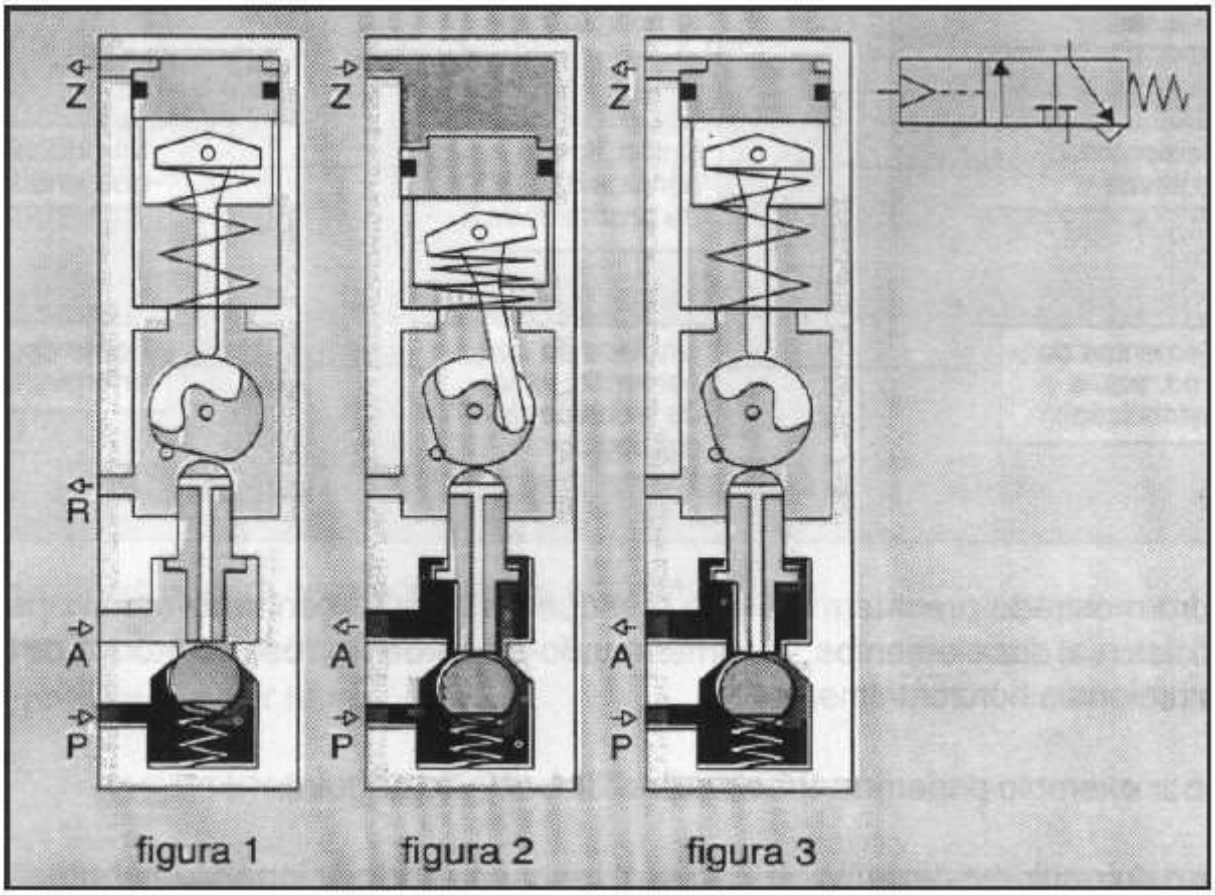
Este elemento consiste de uma válvula direcional de 3/2 vias normalmente fechada, um êmbolo de comando com haste basculante e um came. O acionamento é pneumático.

Quando o embolo de comando não está submetido à pressão, a haste encontra-se fora do alcance do carro de comando (fig.1). Se for introduzido ar no orifício Z o êmbolo de comando e a haste se deslocam em direção á válvula de 3/2 vias. A haste avança e penetra no rebaixo do came girando-o; com isso, o apalpador da válvula de 3/2 vias é acionado e esta estabelece as ligações de P para A, fechando o escape R (fig. 2).

Retirando o ar de Z, o êmbolo de comando e a haste retornam a sua posição normal. Devido ao travamento por atrito, o came permanece em sua posição, mantendo aberta a válvula de 3/2 vias (fig. 3).

Mediante um novo sinal em Z, a haste do êmbolo de comando avança e penetra no outro rebaixo do came girando-o. Com isso, libera o apalpador da válvula 3/2 vias, que retorna pela ação da mola, a esfera bloqueia a passagem de P para A e o ar de A escapa por R (fig. 1). Retirando o ar de Z o êmbolo e a haste retornam á sua posição inicial.

Esta válvula é utilizada para o movimento alternado de retorno e avanço de um cilindro.



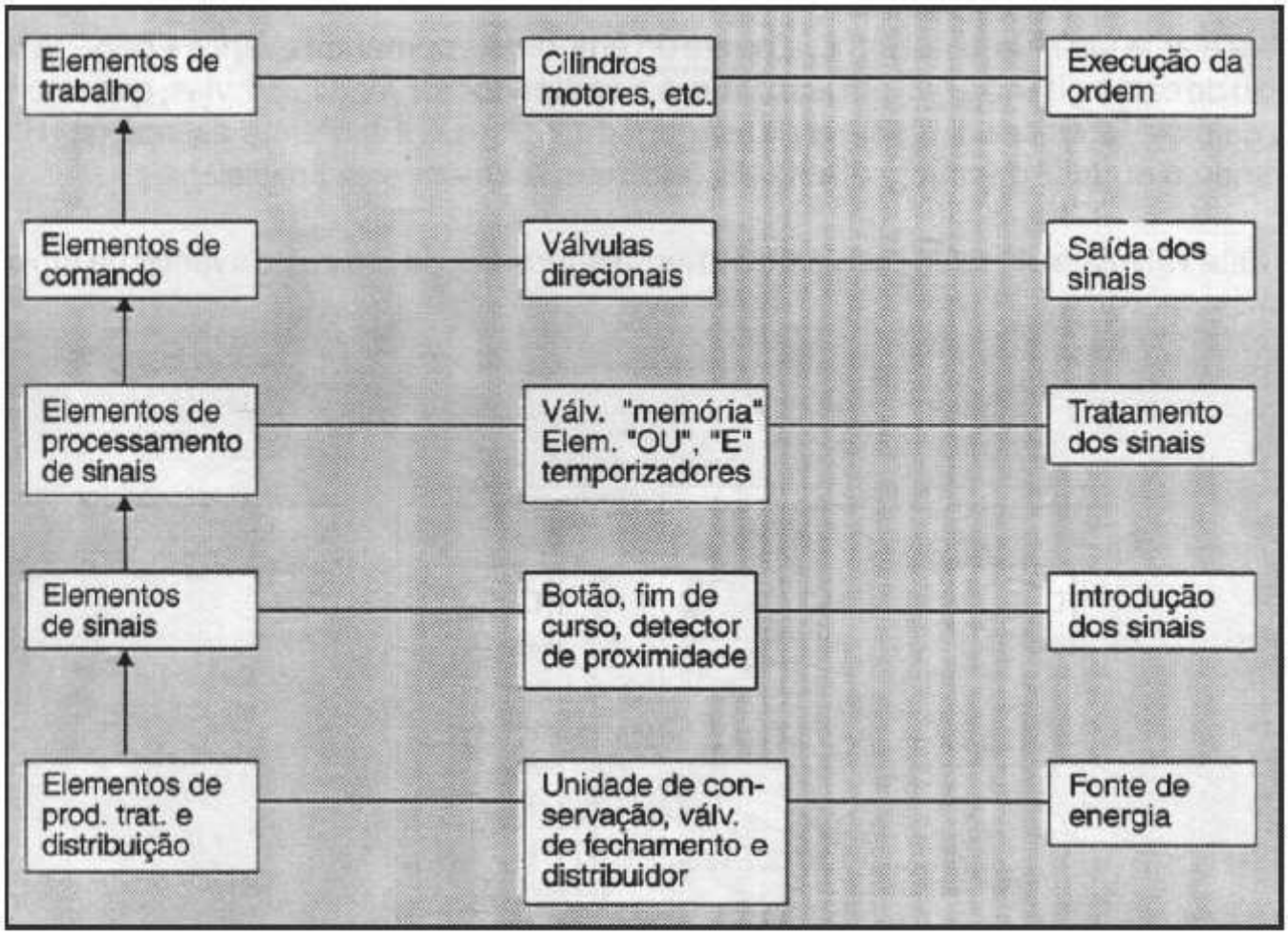
CAPITULO 7

CONFECÇÃO DE CIRCUITOS PNEUMÁTICOS

7.1 CADEIA DE COMANDOS

A disposição gráfica dos diferentes elementos é análoga a representação esquemática da cadeia de comando, ou sela, o fluxo dos sinais é de baixo para cima. A alimentação é um fator muito importante e deve ser bem representada. E recomendável representar elementos necessários à alimentação na parte inferior e distribuir a energia, tal como mencioná-la de maneira ascendente.

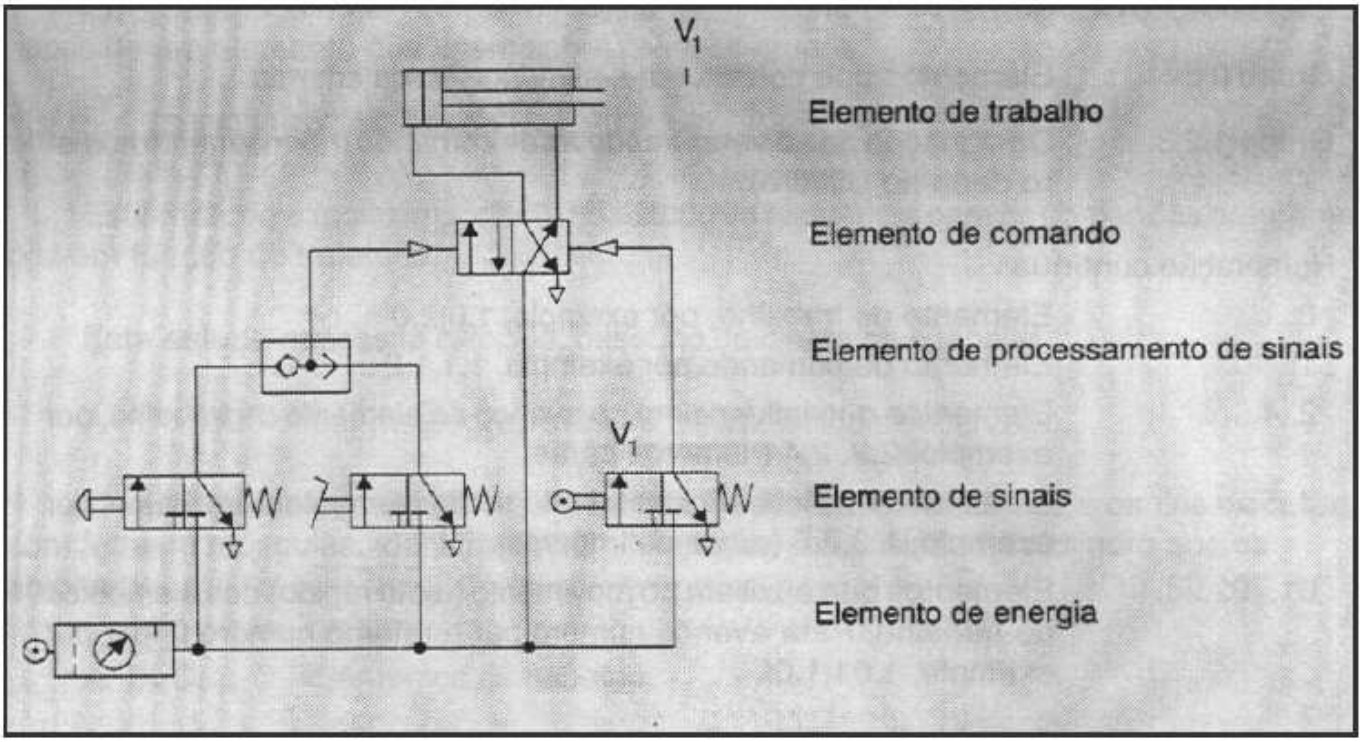
Para circuitos relativamente volumosos pode-se simplificar desenhando numa parte do esquema a fonte de energia (unidade de conservação, válvula de fechamento, distribuidor, etc.) assinalando Os diferentes elementos por melo da simbologia simplificada (ver resumo de símbolos).



O quadro mostrado predetermina que o esquema seja desenhado sem considerar a disposição física real dos elementos, recomendando-se ainda representar todos os cilindros e válvulas direcionais horizontalmente.

Corno por exemplo podemos considerar a disposição seguinte:

A haste de um cilindro de dupla ação deve avançar quando acionado um botão "OU" um pedal. Após, alcançada a posição final dianteira, a haste do cilindro deverá retornar á sua posição inicial.



No esquema pneumático pode-se observar, além da disposição segundo o esquema da cadeia de comando, a separação da situação do elemento final de curso. Esse final de curso “V1" será na realidade instalado na posição final dianteira do cilindro.

Como, porém se trata de um módulo de sinal, o mesmo está representado na parte inferior do esquema. Para se obter a correspondência entre as duas disposições, a situação real é representada por um traço (I), com a respectiva indicação.

Em comandos onde há vários elementos de trabalho, convém decompor o mesmo em várias cadeias de comandos individuais, podendo se formar urna cadeia de comando para cada elemento de trabalho.

Convém que cada cadeia de comando seja representada, se possível, na sequência do transcurso do movimento, lado a lado.

7.2 DESIGNAÇÃO DOS ELEMENTOS

Dois tipos podem ser encontrados com frequência:

- Identificação por algarismos
- Identificação por letras

7.2.1 Identificação por algarismos

Cada elemento dentro de um circuito pneumático tem sua função e para a sua identificação é utilizada a seguinte regra:

A identificação é composta de um número de grupo e a numeração seguinte indica a função do elemento.

Classificação dos grupos:

Grupo 0: Elementos que constituem a alimentação da energia.

Grupo 1,2,3...: Designação das diversas cadeias de comando (normalmente número dado ao cilindro).

Numeração contínua:

0: Elemento de trabalho, por exemplo, 1.0,2.0

1: Elemento de comando por exemplo, 1.1,1.2

2,.4,...: Elementos que influenciam no avanço do elemento de trabalho, por exemplo, 2.2,2.4 (números pares).

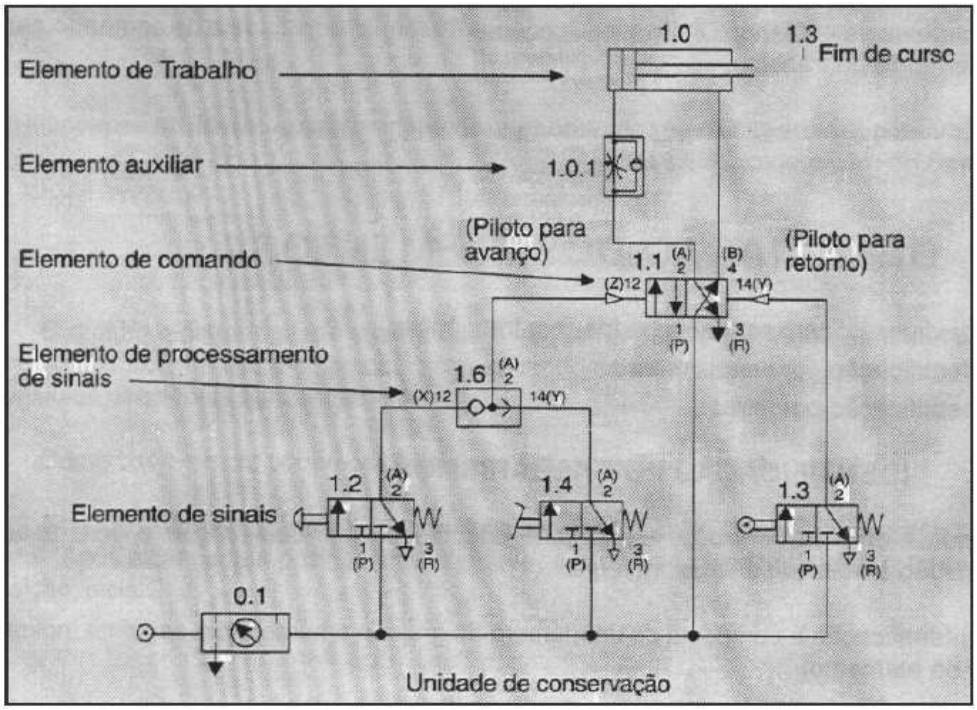
3,.5,...: Elementos que influenciam no retorno do elemento de trabalho, por exemplo, 1.3,2.5 (números ímpares)

.01,02,...; Elementos que auxiliam no movimento (lento rápido) dos elementos de trabalho. Para avanço número par e retorno numero ímpar, por exemplo, 1.0i,1.02

O sistema de numeração está orientado segundo as funções dos elementos e tem a vantagem, para o homem de manutenção, na prática, conhecer a atuação do sinal de cada elemento por intermédio da numeração.

Ao comprovar algum defeito no elemento 2.0, pode-se então partir da premissa de que a causa deve estar no grupo 2, e portanto, em elementos que levam a primeira numeração 2.

Nesta figura pode-se notar a correspondência dessa numeração;



Em comandos mais complexos existem na maioria das vezes sobreposições, isto é, sinais de um elemento que agem sobre diversos grupos.

7.2.2 Identificação por letras

Este me todo é muito importante no estudo de esquemas para os comandos programados em função de trajetória.

Este estudo necessita cálculos, desenho do diagrama e tabelas.

A utilização deste método, através de letras, facilita a supervisão.

Os elementos de trabalho são identificados por letras maiúsculas e os fins de curso com letras minúsculas, identificados em função da sua posição e do cilindro que os acionam.

A, B, C,... Elementos de trabalho.

ao, bo, co,... Elementos fins de curso colocados na posição traseira das hastes dos cilindros.

a1, b1, c1,... Elementos fins de curso colocados na posição dianteira das hastes dos cilindros.

A vantagem deste tipo de identificação consiste em que de imediato se pode dizer que, o elemento de sinal fica acionado, quando um elemento de trabalho passa a uma determinada posição. Assim é que per exemplo, o movimento de “A+" resulta em um acionamento "a1" e ao movimento de "B-“ resulta em um final de curso “bo".

Isto quer dizer também que, existe possibilidade de utilizar, como na elétrica, uma combinação de números e letras para a identificação dos elementos.

7.2.3 Representação dos elementos

Todos Os elementos devem ser representados no esquema na posição inicial de comando. Caso isso não seja possível ou caso não se proceda dessa maneira, é necessário fazer uma observação.

Quando válvulas com posição normal forem desenhadas em estados acionados,isto deve ser indicado, por exemplo, em caso de elemento fim de curso, através do desenho do ressalto.

7.2.4 Definição das posições (conforme VDI 3260)

a) Posição de repouso da instalação:

A instalação está sem energia. O estado dos componentes é definido pela configuração geral do sistema.

b) Posição de repouso dos componentes:

Posição que assumem as partes móveis de uma válvula quando esta não estiver acionada (para válvulas que possuem uma posição definida de repouso, por exemplo, retorno da mola).

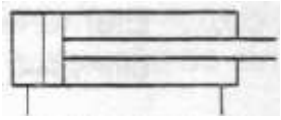
Na prática se usa no lugar de posição de repouso a terminologia zero (0).

c) Posição inicial:

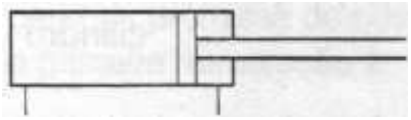
Posição que assumem a partes móveis de uma válvula após sua montagem na instalação e na conexão de ar comprimido da rede com a qual se torna possível o funcionamento da instalação.

- Cilindro:

. Inicialmente recuado

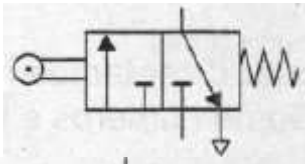


. Inicialmente avançado

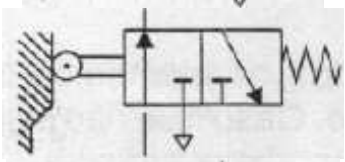


- Válvulas:

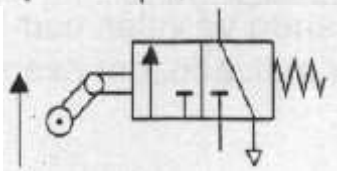
. Na posição de repouso



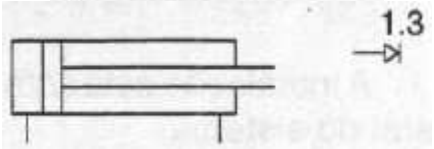
. Inicialmente Acionada



. Sentido de acionamento



. No esquema deve ser indicado o sentido de acionamento do gatilho.

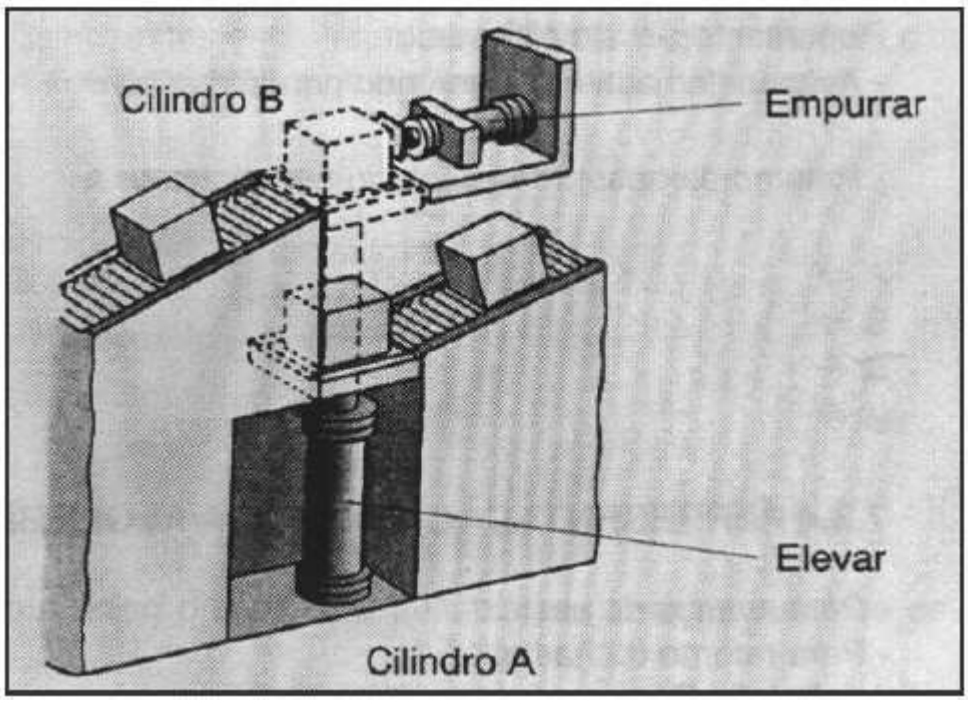


7.3 POSSIBILIDADES DE REPRESENTAÇÃO DOS MOVIMENTOS.

A necessidade de representar sequências de movimentos e estados de comutação de elementos de trabalho e de comando de maneira facilmente visível não necessita de maiores esclarecimentos.

Assim que existir um problema um tanto mais complexo, as relações não são reconhecíveis rápida e seguramente, se não for escolhida urna forma apropriada da representação. Uma representação simples facilita a compreensão em um âmbito maior

Exemplo:



Pacotes que chegam por um transportador são elevados por um cilindro pneumático "A" e empurrados para outro transportador por um cilindro "B". Existe uma condição de que o cilindro "B" somente retorne quando o "A" tiver alcançado sua posição inicial.

7.3.1 Representação por ordem cronológica

- O cilindro “A” avança e eleva os pacotes
- O cilindro "B" empurra os pacotes sobre o transportador
- O cilindro "A" retorna
- O cilindro "B" retorna

7.3.2 Representação em forma de tabela

Passo de trabalho	Movimentação Cilindro “A”	Movimentação Cilindro “B”
1	Avança	Parado Recuado
2	Parado Avançado	Avança
3	Recua	Parado Avançado
4	Parado Recuado	Recua

7.3.3 Representação em forma vetorial

Representação simplificada:

- Avanço da haste representado por uma seta →
- retorno da haste representado por uma seta ←

A →
B →
A ←
B ←

7.3.4 Representação em forma algébrica.

- Para avanço da haste: “+”
- Para retorno da haste: “-“

A+B+A-B-

Ou

A+
B+
A-
B-

7.3.5 Representação gráfica em forma de diagrama

Os diagramas de funcionamento são utilizados para a representação das sequências funcionais, de comandos mecânicos, pneumáticos, hidráulicos, elétricos e eletrônicos assim como para combinações destes tipos de comandos, por exemplo, eletropneumáticos e eletrohidráulicos.

O diagrama de funcionamento é em muitos casos a base para a elaboração dos esquemas de funcionamento.

Na representação dos comandos sequenciais se distinguem dois tipos de diagramas:

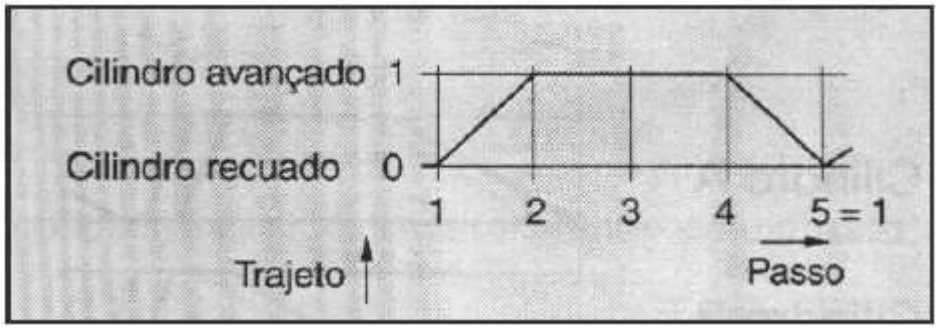
- Diagrama de movimentos
- Diagrama de comando

Enquanto no diagrama de movimentos se representam os estados dos elementos de trabalho e as unidades construtivas, o diagrama de comando fornece informações sobre o estado de elementos de comando individual.

7.3.6 Diagrama de movimentos

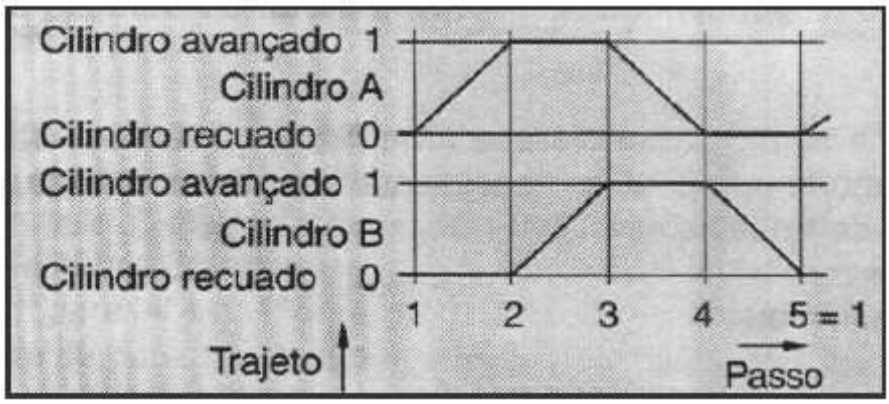
DIAGRAMA TRAJETO-PASSO

Neste caso, se representa a sequência de operação em um elemento de trabalho, levando-se ao diagrama a indicação do movimento em dependência de cada passo considerado (passo: variação do estado de qualquer unidade construtiva). Se existirem diversos elementos de trabalho, estes estão representados da mesma maneira e desenhados uns sobre os outros. A correspondência é realizada através de passos.



Para um cilindro pneumático o diagrama trajeto - passo é apresentado pela figura anterior.

Do passo “1" até o passo "2” o cilindro avança da posição final traseira para a posição final dianteira, sendo que esta é alcançada no passo “2”. A partir do passo “4", o cilindro retorna e alcança a posição final traseira no passo "5”.



Recomendações para o traçado do diagrama:

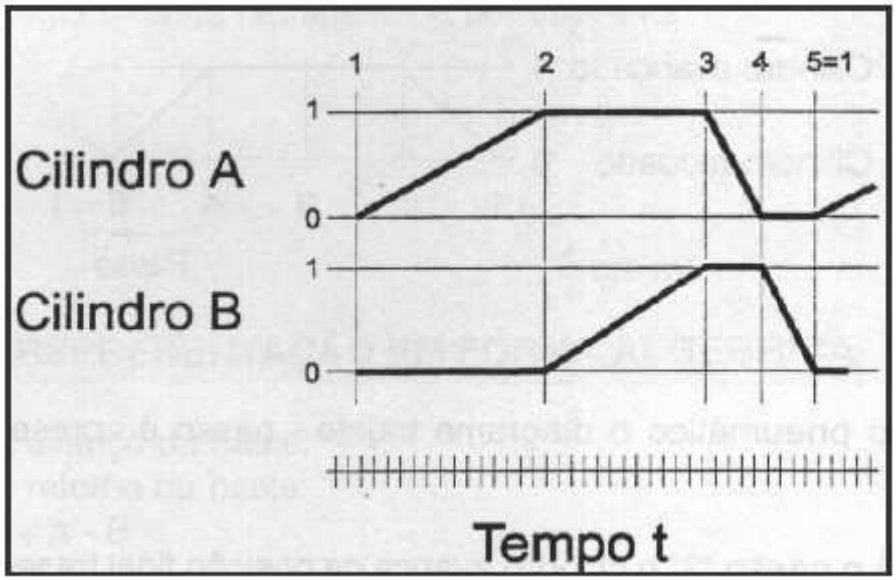
- Os passos devem ser desenhados horizontalmente e com as mesmas distâncias.
- O trajeto não deve ser desenhado em escala e deve ser igual para todas as unidades construtivas.
- No caso de haver varias unidades, a distância vertical entre os trajetos não deve ser muito pequena (1/2 até 1 passo).
- Podem ser introduzidos passos intermediários se durante o movimento altera-se a condição da instalação, por exemplo, pela atuação de uma chave fim de curso na posição central do cilindro, ou pela modificação da velocidade de avanço.

A designação da condição da instalação pode ser de duas formas: Através de indicação da posição (atrás frente, em cima-espaço etc) ou também através de números (por exemplo, “0" para a posição final traseira e “1" ou “L” para a posição final (dianteira)).

- A designação da representativa unidade deve ser anotada ao lado esquerdo do diagrama, por exemplo, cilindro A

DIAGRAMA TRAJETO-TEMPO

Neste diagrama, o trajeto de uma unidade construtiva é desenhada em função do tempo, contrariamente ao diagrama “trajeto tempo”. Neste caso o tempo é desenhado e representa a união cronológica na sequência, entre as distintas unidades.



Para a representação gráfica, vale aproximadamente, o mesmo que para o diagrama trajeto passo, cuja relação está clara através das linhas de união (linhas dos passos), sendo que as distancias entre elas correspondem ao respectivo período de duração do trajeto na escala de tempo escolhida.

Enquanto o diagrama trajeto-passo oferece uma melhor visão das trajetórias e suas correlações, no diagrama trajeto-tempo pode-se representar com mais clareza, as sobreposições e as diferentes velocidades de trabalho.

Recomenda-se o seguinte:

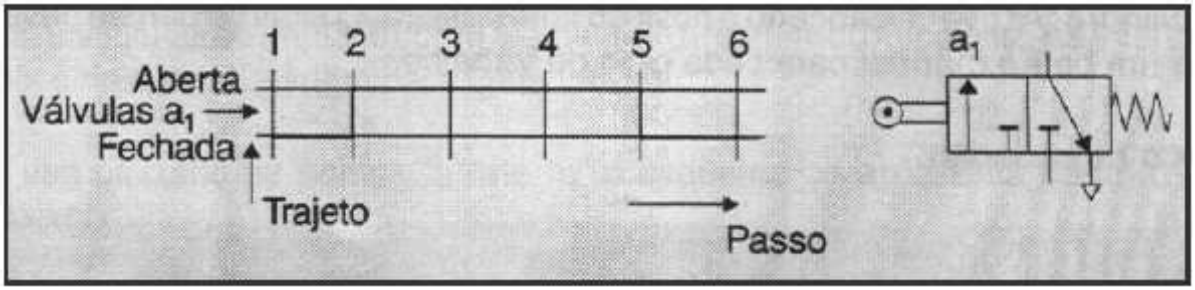
Os diagramas trajeto-passo devem ser utilizados com preferência para o projeto e representação de comandos de percurso planificado (comandos de sequência guiados pelo processo), visto que neste caso, o tempo desempenha uma função secundária.

- Os diagramas trajeto-tempo devem ser utilizados com preferência para o projeto e representação de comandos de tempo planificados (comandos de sequência guiados pelo tempo), visto que nestes diagramas a dependência cronológica da sequência do programa está claramente representada.

Caso for necessário elaborar diagramas para elementos rotativos de trabalho (por exemplo: motores elétricos, motores pneumáticos), deverão ser utilizadas as mesmas formas básicas. Porém, não é levada em consideração a sequência cronológica da modificação da condição, isto é, no diagrama trajeto-passo, uma modificação da condição (por exemplo: ligar um motor elétrico) não passa ao longo de todo um passo, mas sim e desenhado diretamente na linha do passo.

7.3.7 Diagrama de comando

No diagrama de comando, anotam-se os estados de comutação dos elementos de introdução de sinais e dos elementos de processamento de sinais, sobre as passos, não considerando-se os tempos de comutação, por exemplo, o estado de válvulas "a1".

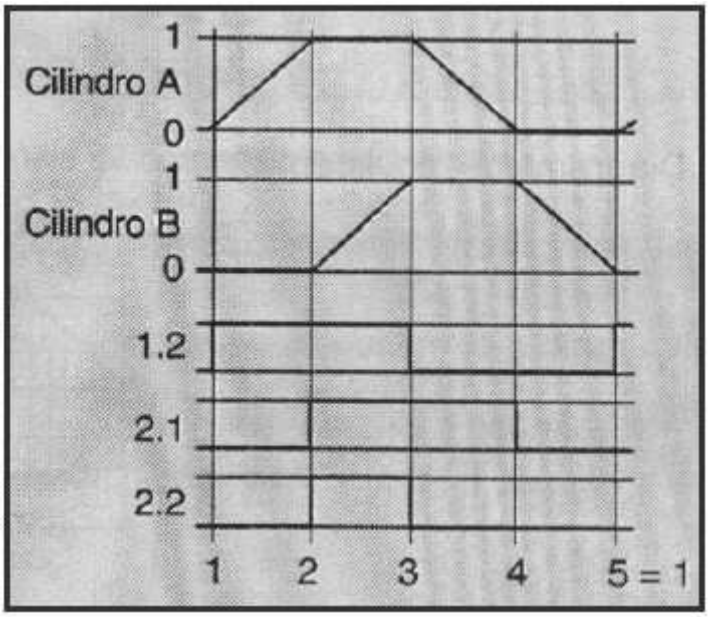


No exemplo acima, um elemento de fim de curso é acionado no passo "2" e desacionado no passo '5".

Recomenda-se o seguinte:

- O diagrama de comando deve, se possível, ser desenhado em combinação com o diagrama de movimentos.
- Os passos ou tempos devem ser desenhados em forma horizontal.
-A distância vertical das linhas de movimentos pode ser igual, porém, devem ser bem visíveis.

A figura abaixo mostra o diagrama funcional (diagrama de movimento e de comando) para o exemplo. O diagrama de comando mostra os estados dos elementos de comando (“1.1" para “A" e "2.1" para “B”) e o estado do fim de curso “2.2", que está instalado no final de curso dianteiro do cilindro A.



Como já havia sido mencionado, Os tempos de comutação dos equipamentos não são considerados no diagrama de comando. Entretanto, como mostra a figura acima na chave de fim de curso 2.2., linhas de acionamento para chaves fim de curso devem ser desenhadas antes ou após a linha de passo, uma vez que na pratica, o acionamento também não é exatamente no final do curso, mas sim certo tempo antes ou depois. Esta maneira de representação determina circunstâncias definidas, urna vez que se torna bastante explicito que o sinal está totalmente presente em cada passo, portanto sobre a linha de passo.

7.4 DESENVOLVIMENTO DO ESQUEMA DE COMANDO

Exemplo - Transporte de pacotes: Resolução intuitiva básica.

Pacotes que chegam sabre uma esteira de rolos são elevados por um cilindro pneumático e empurrados para uma segunda esteira. O cilindro “B" apenas pode retornar quando o cilindro “A" tiver alcançado a posição final traseira. O sinal de partida deve ser dado através do um botão manual para cada ciclo de trabalho

Esboço da situação:

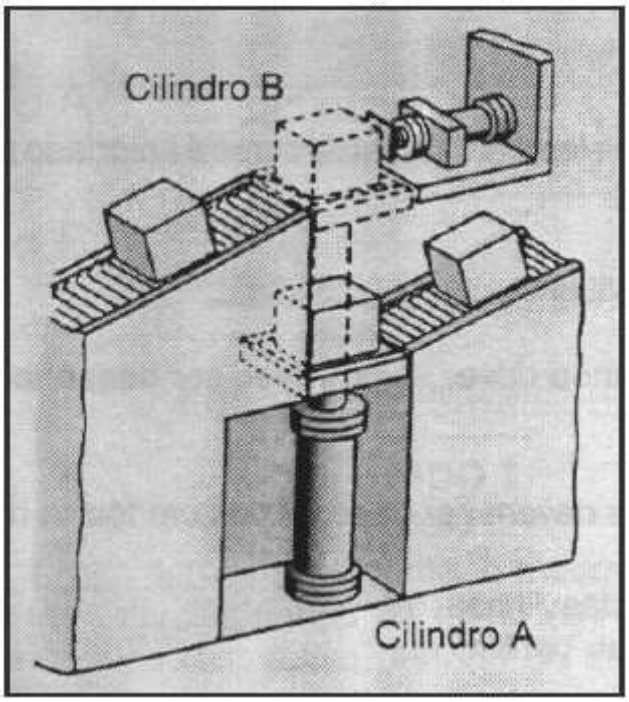
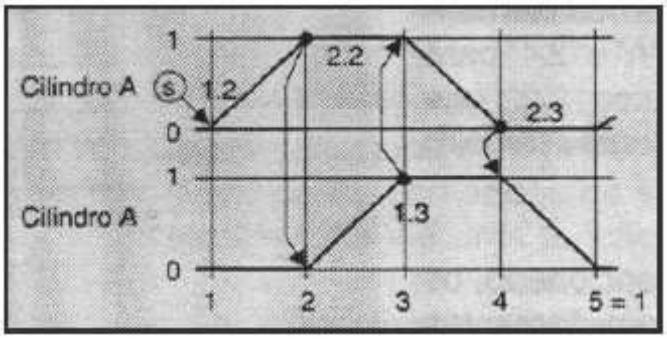


Diagrama de movimentos:



Realização do esquema

Exemplo 1:

Como já foi mencionado, O procedimento para o traçado do esquema depende do desligamento do sinal. O traçado fica mais simples quando se escolhe um desligamento mediante a utilização da válvula de gatilho ou rolete escarnoteável.

Para a confecção do projeto se recomenda o seguinte:

a) Determinar o diagrama de movimentos

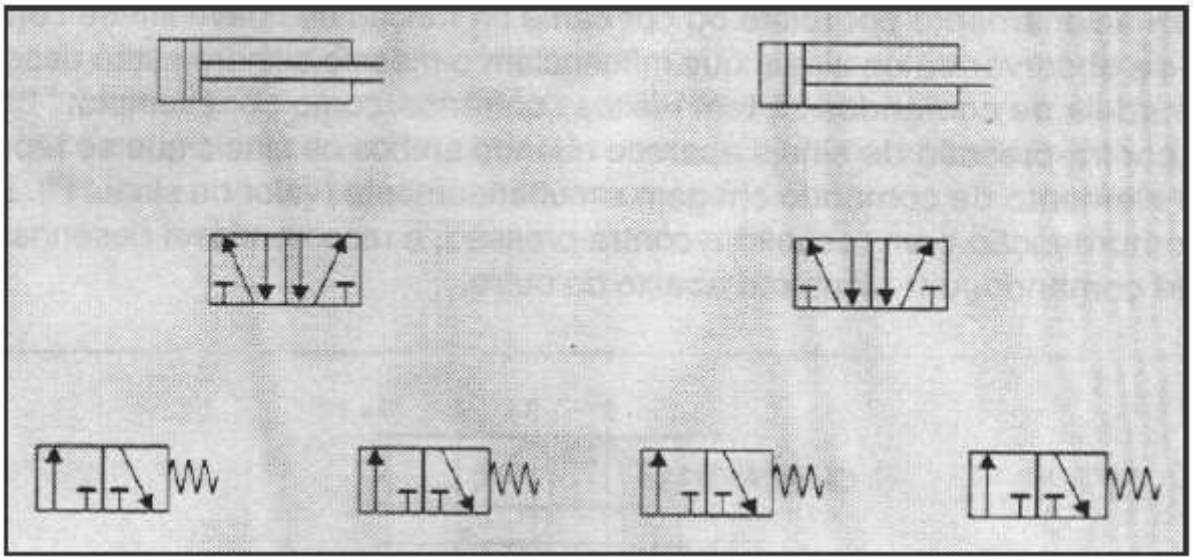
b) Colocar no diagrama de movimentos os elementos fins de curso a serem utilizados.

c) Desenhar os elementos de trabalho

d) Desenhar os elementos de comando correspondente

e) Desenhar os elementos necessários sem os símbolos de acionamento. Caso se utilize válvulas de impulso como elementos de comando necessita-se inicialmente de dois sinais de pilotagem para cada válvula.

Uma vez utilizado os pontos “a" até "e" o esquema se apresenta conforme a figura abaixo:



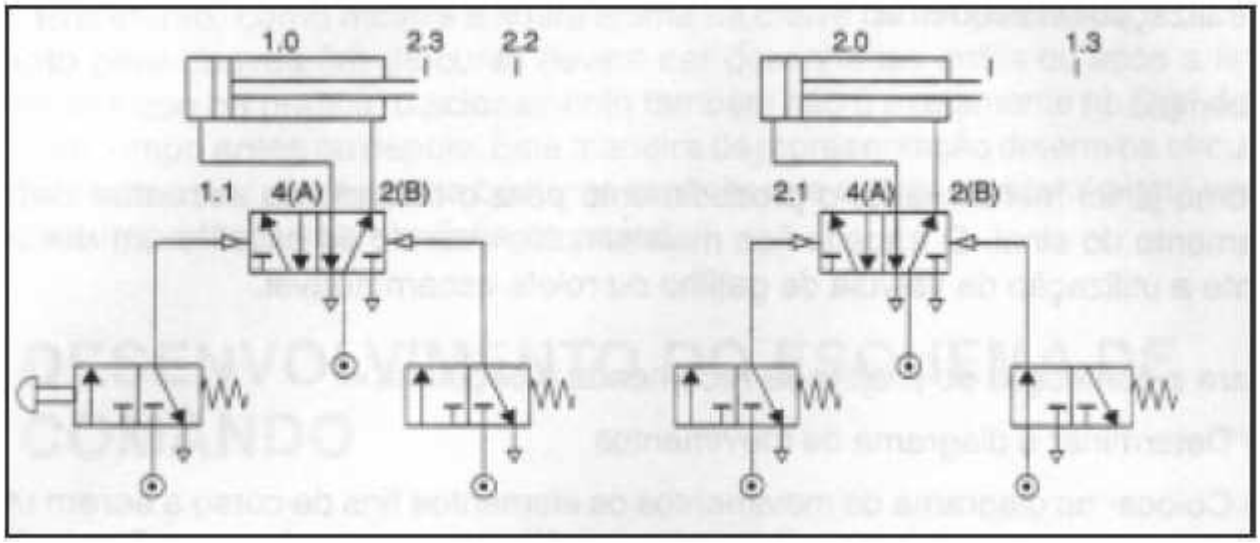
f) Desenhar os elementos de abastecimento de energia

g) Traçar as linhas dos condutores de sinais de comando e de trabalho.

h) Numerar os elementos

i) Colocar no esquema a posição correta dos fins de curso conforme o diagrama de trajeto-passo

Para a exemplo "1" resulta após o procedimento dos tens "a" a "i", o esquema da figura a seguir:



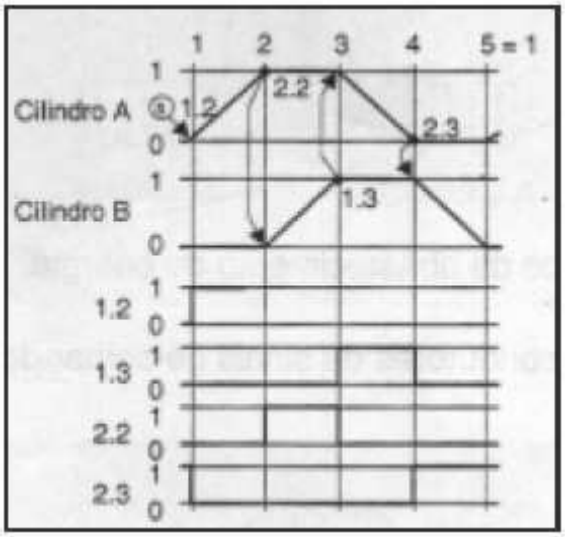
j) Verificar se é necessário alguma anulação de sinais permanentes em função do diagrama de comando

k) Determinar os tipos de acionamentos dos emissores de sinais

I) Introduzir as condições marginais

No diagrama de comando pode-se notar a influencia de sinais.

Por regra geral, o diagrama de comando e desenhado como se houvesse apenas válvulas com acionamento por rolete ou por came na função de chave fim de curso. Além disso deve-se observar se os sinais que influenciam o mesmo cilindro estão desenhados na mesma cadeia de comandos Se tem efeitos contrários, como por exemplo: “1.2" e "1.3". Uma contrapressão de sinais aparece quando ambos os sinais que se representam em um elemento de comando chegam simultaneamente (valor de sinal “1"). Para uma fácil compreensão com respeito à contrapressão, é recomendável desenhar, no diagrama de comando, um elemento abaixo do outro.

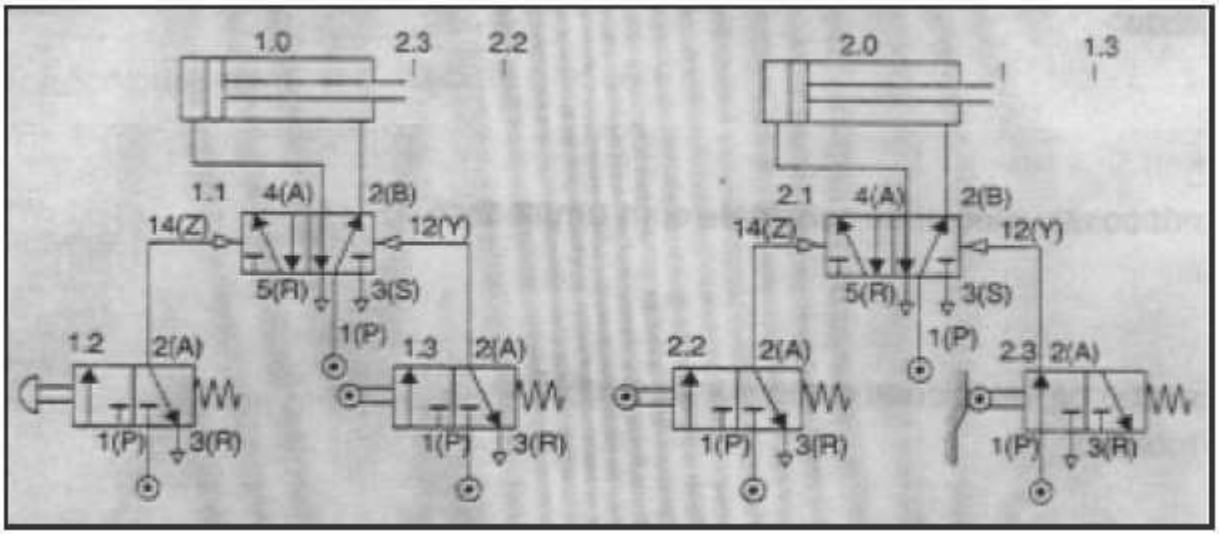


A figura acima mostra que no circuito em questão não há contrapressão ou a necessidade de desligamento de sinal, pressupondo que no elemento do sinal "1.2" não existe

sinal "1", pouco antes do passo "8". Como se trata de acionamento por botão manual, não é necessariamente seguro. Se a botão "1.2” permanecer acionado por mais tempo, bloqueará o sinal de "1.3”, e o movimento fica parado no passo "3", até que o botão seja liberado.

No exemplo apresentado, resta considerar que a válvula “2.3” está acionada na posição de partida (aberta).

Isto não representa inconveniente, pois, “2.3”ficará livre quando o cilindro “A” avançar, não havendo, portanto, contrapressão em “2.1”. A figura abaixo mostra o circuito completo.



CAPITULO 8

SIMBOLOGIA PNEUMÁTICA

8.1 TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA

Compressor

Bomba de vácuo

Motor pneumático de velocidade constante com um sentido de rotação

Motor pneumático de velocidade constante com dois sentidos de rotação

Motor pneumático de velocidade variável com um sentido de rotação

Motor pneumático de velocidade variável com dois sentidos de rotação

Cilindro pneumático com campo giratório limitado

Cilindro de ação simples retorno por força externa

Cilindro de ação simples retorno por mola

Cilindro de ação dupla com haste de êmbolo unilateral

Cilindro diferencial com haste de êmbolo reforçada

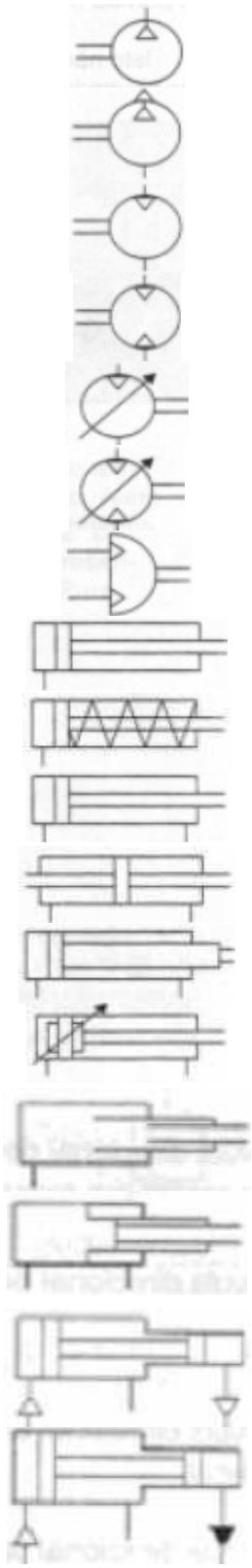
Cilindro de ação dupla com amortecimento regulável em ambos os lados

Cilindro telescópico de ação simples com, retorno por força externa

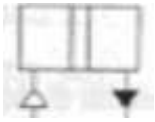
Cilindro telescópico de ação dupla

Intensificador para o mesmo meio de pressão

Intensificador para ar e óleo

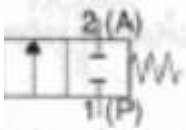


Conversor do meio de pressão, por ex. de ar para óleo.

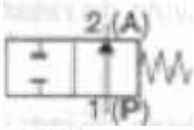


8.2 COMANDO E REGULAGEM DE ENERGIA: VÁLVULAS DIRECIONAIS

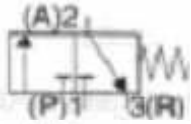
Válvula direcional de 2 vias - 2 posições - posição normal fechada



Válvula direcional de 2 vias - 2 posições - posição normal aberta

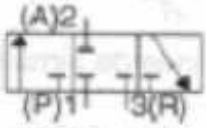


Válvula direcional de 3 vias - 2 posições posição normal fechada

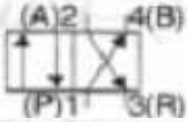


Válvula direcional de 3 vias - 2 posições - posição normal aberta

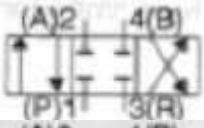
Válvula direcional de 3 vias - 3 posições - posição intermediaria fechada



Válvula direcional de 4 vias - 2 posições



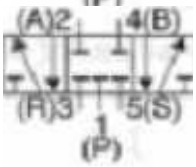
Válvula direcional de 4 vias - 3 posições - posição intermediaria fechada



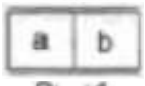
Válvula direcional de 4 vias - 3 posições – posição intermediaria com saídas em exaustão

Válvula direcional de 5 vias - 2 posições

Válvula direcional de 5 vias - 3 posições - posição intermediária fechada



Válvula direcional com posições intermediárias de comando e com 2 posições finais



Válvula direcional com representação simplificada. Por exemplo: com 4 vias - 2 posições

8.3 VÁLVULAS DE BLOQUEIO

Válvula de retenção sem mola

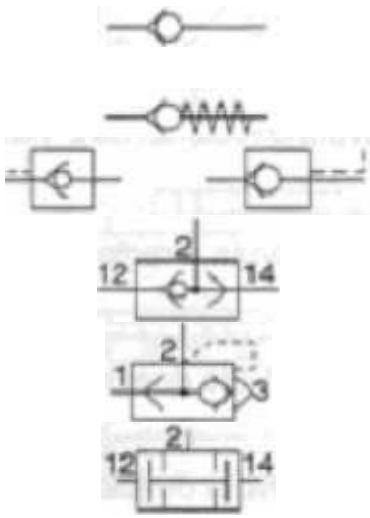
Válvula de retenção com mola

Válvula de retenção comandada

Válvula alternadora (Elemento "OU")

Válvula de escape rápido

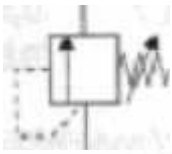
Válvula de simultaneidade (Elemento "E")



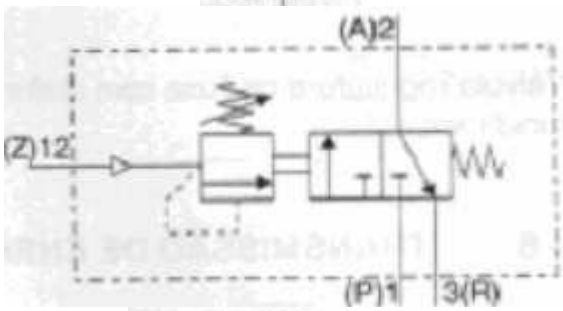
8.4 VÁLVULAS DE PRESSAO

Válvula limitadora de pressão regulável (Alivio)

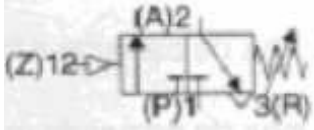
Válvula de sequência regulável com escape



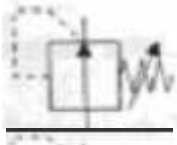
Válvula de sequência, regulável (função de 3 vias), com escape.



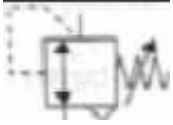
Simbologia não normalizada para válvula de sequência regulável, com escape



Válvula reguladora de pressão sem orifício de escape



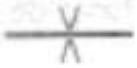
Válvula reguladora de pressão com orifício de escape



8.5 VÁLVULAS DE FLUXO

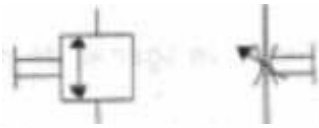
Válvulas de fluxo com estrangulamento constante

Válvula de diafragma com estrangulamento constante

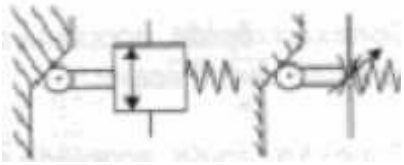


Válvula reguladora de fluxo com estrangulamento regulável nos dois sentidos

Válvula reguladora de fluxo, acionamento manual



Válvula reguladora de fluxo, acionamento mecânico ou rolete e retorno por mola

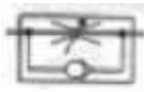


8.6 VÁLVULA DE FECHAMENTO

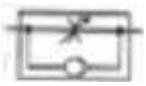
Válvula de fechamento, representação simplificada

8.7 VÁLVULA REGULADORA DE FLUXO COM VÁLVULA DE RETENÇÃO EM LIGAÇÃO PARALELA

Válvula reguladora de fluxo com retorno livre (unidirecional)



Válvula reguladora de fluxo com diafragma e retorno livre (unidirecional)



8.8 TRANSMISSÃO DE ENERGIA

Fonte de pressão

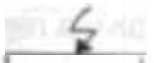
Linha de trabalho (Utilização)

Linha de comando (pilotagem)

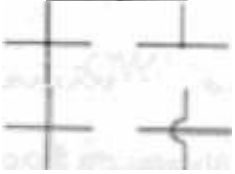
Linha de escape (exaustão)

Tubulação flexível

Instalação elétrica

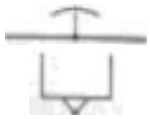


Conexão Fixa (derivação)



Cruzamento de linhas não interligadas

Ponto de escape



Escape livre

Escape dirigido

Ponto de ligação de pressão fechado

Ponto de ligação de pressão com conexão

Conexão rápida, acoplada com válvulas de bloqueio sem abertura mecânica

Conexão rápida, acoplada com válvulas de bloqueio com abertura mecânica (engate rápido)

Conexão rápida, desacoplada, canal fechado

Conexão rápida, desacoplada, canal aberto

Conexão giratória em um só sentido

Conexão giratória nos dois sentidos

Silenciador

Reservatório pneumático (acumulador)

Filtro

Separador de água com dreno manual

Separador de água com dreno automático

Filtro com separador de água com dreno automático

Secador de ar

Lubrificador

Unidade de conservação (filtro, válvula reguladora de pressão, lubrificador e manômetro). Simbolização simplificada

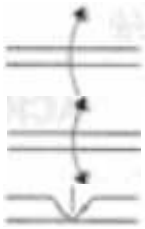
Refrigerador (resfriador)

8.9 ACIONAMENTO - PEÇAS MECÂNICAS

Eixo, movimento giratório em um sentido

Eixo, movimento giratório em dois sentidos

Engate (trava)



Trava (Símbolo para o meio de acionamento para destravar)

Dispositivo de avanço intermitente

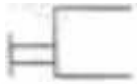
Conexão articulada, simples

Conexão articulada com eixo de alavanca passante

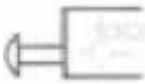
Articulação com ponto fixo (oscilante)

8.10 MEIOS DE ACIONAMENTO - ACIONAMENTO MANUAL (MUSCULAR)

Geral



Por botão

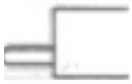


Por alavanca

Por pedal

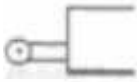
8.11 ACIONAMENTO MECÂNICO

Por came (pino)

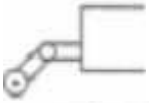


Por mola

Por rolete apalpador



Por rolete apalpador com retorno em vazio (gatilho)



Por apalpadorservo-comandado (não normalizado)

8.12 ACIONAMENTO ELÉTRICO

Por eletroímã com um enrolamento ativo (bobina solenoide)

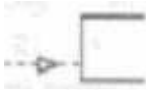
Por eletroímã com duas bobinas atuando em sentido contrário

Por motor elétrico com movimento giratório contínuo

Per motor elétrico de passo (intermitente)

8.13 ACIONAMENTO POR PRESSÃO

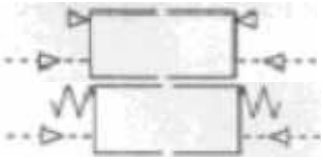
Direto por aumento de pressão (positivo)



Direto por alívio de pressão (negativo)

Por acionamento de pressão diferencial

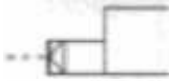
Centragemn por pressão



Centragem por mola

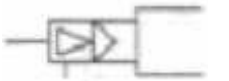
Indireto por aumento de pressão (servopiloto positivo)

Indireto por alivio de pressão (servopiloto negativo)



Por amplificador (não normalizado)

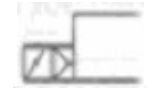
Por amplificador, indireto (não normalizado)



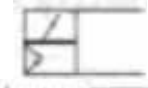
Por pressão, cada acionamento gerando um estado alternado, divisor binário (não normalizado)

8.14 ACIONAMENTO COMBINADO

Por eletroímã e válvula servocomandada

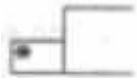


Por eletroímã ou válvula de servocomando



Por eletroímã ou acionamento manual com mela de retorno

Geral:



* Símbolo explicativo para acionamentos diversos (especificar no rodapé)

8.15 APARELHOS DIVERSOS

Indicador de pressão (manômetro)

Indicador de pressão diferencial

Indicador de temperatura

Aparelho medidor de fluxo (vazão)

Aparelho medidor de fluxo (volume)

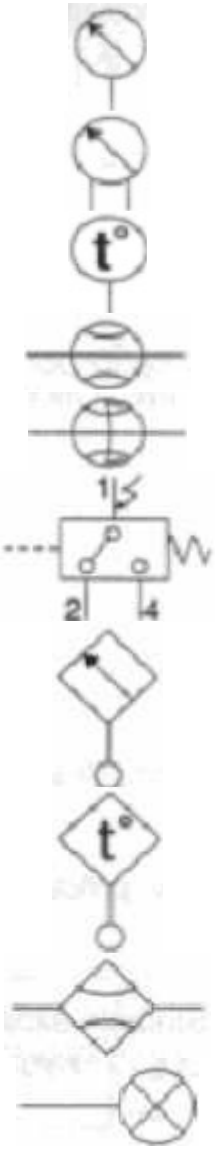
Conversor pneumático-elétrico

Aparelho sensitivo de pressão (pressostato)

Aparelho sensitivo de temperatura (termostato)

Aparelho sensitivo de fluxo

Indicador óptico

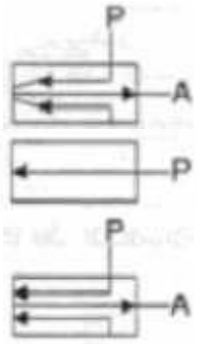


8.16 SÍMBOLOS ESPECIAIS - NÃO NORMALIZADOS

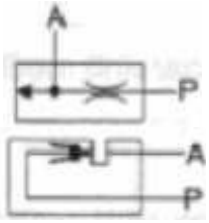
Sensor de reflexão

Bocal emissor para barreira de ar

Bocal receptor alimentado para barreira de ar



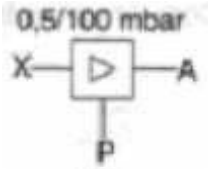
Detector por obstrução de fuga



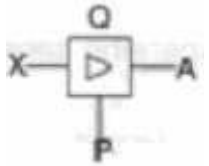
Barreira de ar (forma de garfo)

8.17 AMPLIFICADORES

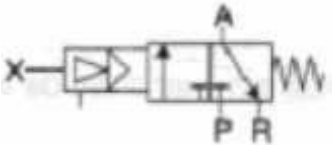
Amplificador (por exemplo: 0,5 mbar a 100 mbar)



Amplificador de vazão

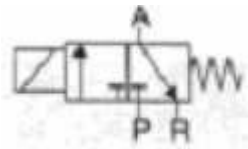


Amplificador de pressão (com pré-amplificador)

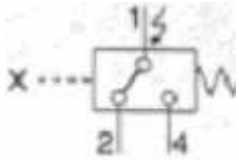


8.18 CONVERSORES DE SINAIS - NÃO NORMALIZADOS I

Elétrico-pneumático

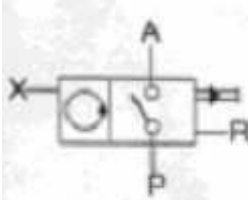


Pneumático-elétrico



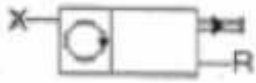
8.19 CONTADORES - NÃO NORMALIZADOS

Contador de subtração



Contador de subtração

Contador por adição



CAPITULO 9

NOÇÕES DE MANUTENÇÃO DE HIDRÁULICA INDUSTRIAL

João, o operador de uma retificadora cilíndrica, percebeu uma certa alteração no desempenho de sua máquina. Após fazer as verificações que conhecia e não descobrindo a causa do problema, solicitou que o departamento de manutenção vistoriasse a máquina, pois a qualidade das peças fabricadas estava ficando comprometida.

O mecânico de manutenção analisou a máquina e explicou a João que tanto a válvula reguladora de fluxo quanto a bomba hidráulica estavam com defeito, e que deveriam ser substituídas.

Como o mecânico de manutenção soube detectar os defeitos? É o que será mostrado nesta aula.

Conceito de pressão

A Física nos ensina que pressão é força distribuída por unidade de área, ou seja:

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

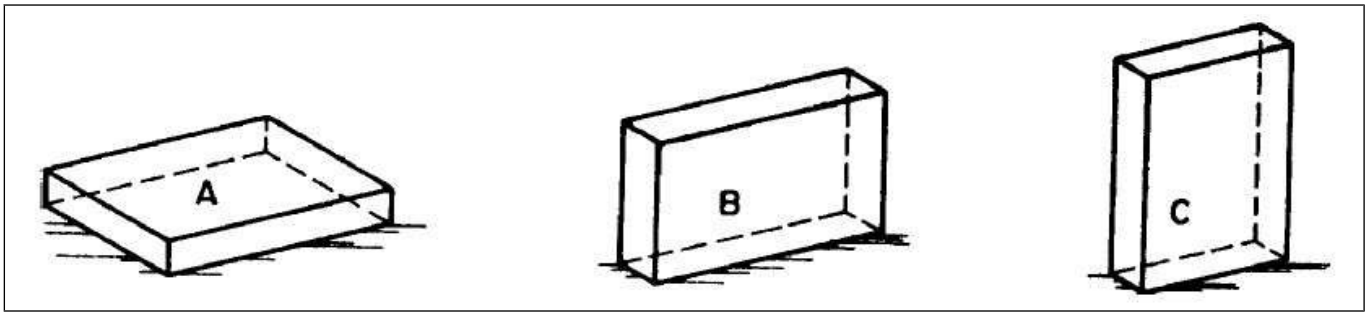
No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de força é o newton (N) e a unidade de área é o metro quadrado (m²). Então, no SI a unidade de pressão é o N/m², que recebe o nome de pascal (Pa).

Porém, na literatura industrial, ainda são utilizadas outras unidades de pressão, tais como: atmosfera (atm), torricelli (torr), quilograma-força por centímetro quadrado (kgf/cm²), milímetro de mercúrio (mm Hg), bar, libraforça por polegada quadrada (lbf/pol²) também chamada de psi (pound per square inch) etc.

A fórmula de pressão nos informa que a pressão é inversamente proporcional à área, isto é, quanto menor a área de atuação da força, maior será a pressão.

Por exemplo, considere um paralelepípedo de alumínio de peso 24N (o peso também é uma força) com as seguintes medidas: face A = 0,24 m²; face B = 0,12 m² e face C = 0,08 m².

Se o paralelepípedo estiver apoiado pela face A, ele exercerá uma pressão de 100 Pa; se estiver apoiado pela face B, a pressão será de 200 Pa, e se ele estiver apoiado pela face C, o valor da pressão será de 300 Pa. Faça as contas e confira.



A pressão hidráulica, na faixa industrial, situa-se ao redor dos 140 bar, que equivale a aproximadamente 138 atm ou 14000000 Pa ou 14000 kPa, variando de projeto para projeto.

Conceito de vazão

Vazão (Q) é o volume (V) de um fluido que passa na secção transversal de uma tubulação num certo intervalo de tempo (t). Matematicamente:

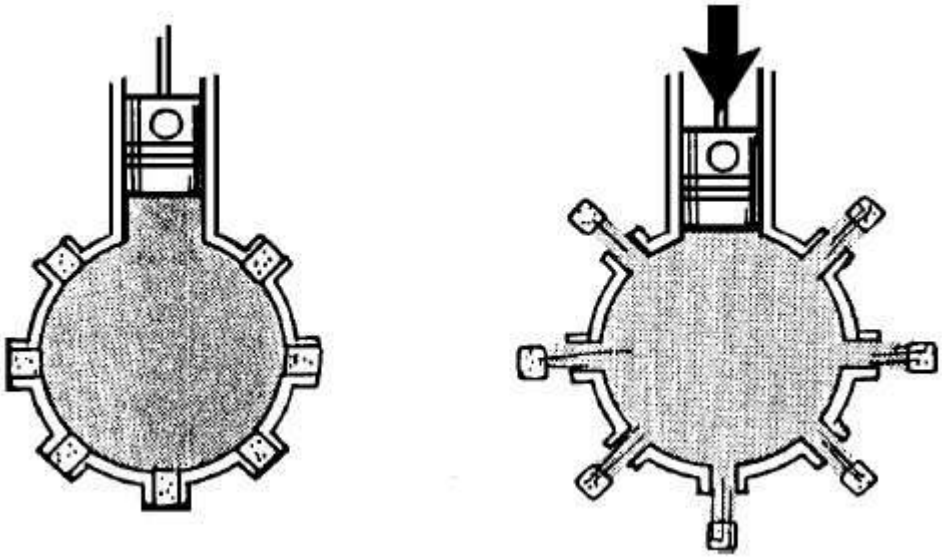
$$Q = \frac{V}{t}$$

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a vazão é expressa em m^3/s. Outras unidades de vazão são: L/min ; L/s ; cm^3/s.

Princípio de Pascal

O princípio de Pascal é um dos princípios mais importantes para a hidráulica. Esse princípio é definido assim:

> Se uma massa líquida confinada receber um acréscimo de pressão, essa pressão se transmitirá integralmente para todos os pontos do líquido, em todas as direções e sentidos.



Todos os mecanismos hidráulicos são, em última análise, aplicações do princípio de Pascal.

Por exemplo, a prensa hidráulica, o macaco hidráulico e o freio hidráulico, além de outros mecanismos, baseiam-se no princípio de Pascal.

Os sistemas hidráulicos, quando em funcionamento, transmitem forças intensas. Tais mecanismos são utilizados em locais onde outros mecanismos, movidos com outras formas de energia, não seriam viáveis.

Por exemplo, uma pá hidráulica de um trator não poderia funcionar adequadamente se somente o motor diesel viesse a ser utilizado para elevar as cargas. Nesse caso, parte da energia proveniente da queima do óleo diesel do motor é transferida e transformada em energia hidráulica na unidade hidráulica, e desta é transferida para o atuador que movimenta a pá.

Em resumo, uma parcela da energia calorífica proveniente da queima do óleo diesel do motor se transforma em energia hidráulica. Outras parcelas da energia calorífica transformam-se em energia mecânica e energia sonora, enquanto uma última parcela se dissipa pelo ambiente na forma de radiação térmica.

Lembremos que energia não se cria e nem se destroi. A energia se transfere de um sistema para outro, podendo ou não transformar-se de uma modalidade para outra. Exemplo: numa alavanca em uso ocorre apenas transferência de energia de um ponto para outro; já numa bateria ocorre transformação de energia química em elétrica.

Divisão da hidráulica

Para fins didáticos, a hidráulica divide-se em dois ramos: a hidráulica industrial e a hidráulica móbil.

A hidráulica industrial cuida de máquinas e sistemas hidráulicos utilizados nas indústrias, tais como máquinas injetoras, prensas, retificadoras, fresadoras, tornos etc. A hidráulica móbil cuida de mecanismos hidráulicos existentes nos sistemas de transportes e cargas como caminhões, automóveis, locomotivas, navios, aviões, motoniveladoras, basculantes etc.

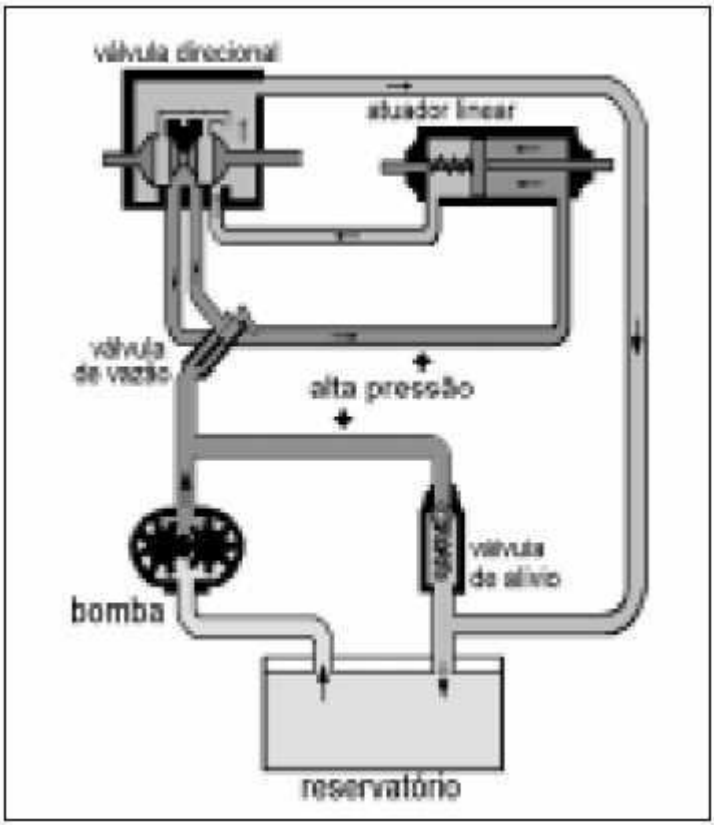
Circuito de trabalho industrial hidráulico

Um circuito hidráulico básico compõe-se de reservatório, bomba, válvula de alívio, válvula de controle de vazão, válvula direcional e um atuador que poderá ser linear ou rotativo.

A válvula que protege o sistema de sobrecargas é a válvula de alívio, também conhecida pelo nome de válvula de segurança.

O circuito funciona do seguinte modo:

· o óleo é succionado pela bomba e levado ao sistema;
· entrando no sistema, o óleo sofre uma redução de vazão;
· o excesso de óleo volta para o reservatório passando pela válvula de alívio;
· estando com a vazão reduzida, o óleo segue para o atuador que vai trabalhar com uma velocidade menor e adequada ao trabalho.
· a válvula direcional, por sua vez, comanda o avanço e o retorno do atuador, e todo o sistema está protegido de sobrecargas.



Manutenção de circuitos hidráulicos

A manutenção de circuitos hidráulicos exige os seguintes passos:

· analisar previamente o funcionamento do circuito;
· analisar as regulagens das válvulas;
· verificar se a tubulação não apresenta pontos de vazamento;
· verificar a limpeza do óleo existente no reservatório.

Bombas

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

Nos sistemas hidráulicos industriais e móbil, as bombas são de deslocamento positivo, isto é, fornecem determinada quantidade de fluido a cada rotação ou ciclo.

As bombas de deslocamento positivo podem ser lineares ou rotativas. As bombas lineares podem ser de pistões radiais e de pistões axiais, ao passo que as bombas rotativas podem ser de engrenagens ou de palhetas.

Bombas lineares de pistões radiais

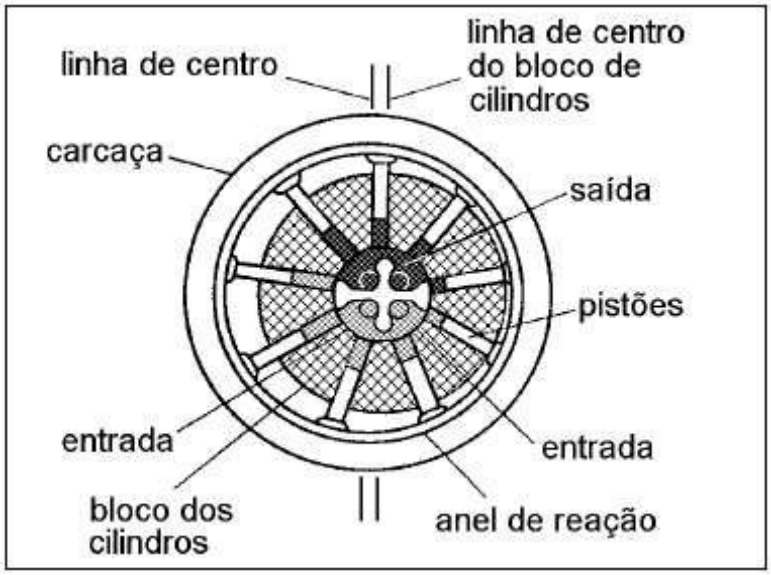
Nesse tipo de bomba, o conjunto gira em um pivô estacionário por dentro de um anel ou rotor.

Conforme vai girando, a força tangencial faz com que os pistões sigam o contorno 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 admitam o fluido do pórtico de entrada - e estes se movem para fora - descarregando 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 desses pistões.

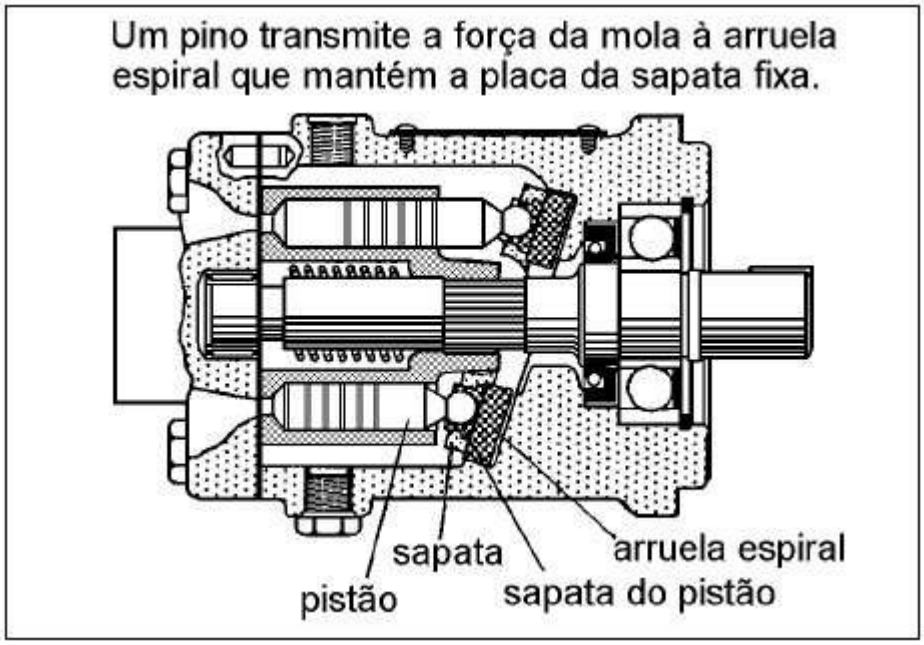
Existem modelos em que o deslocamento de fluido pode variar, modificando- se o anel para aumentar ou diminuir o curso dos pistões. Existem, ainda, controles externos para esse fim.



A figura ao lado mostra o esquema de uma bomba com pistões radiais.

Bombas lineares de pistões axiais e sua manutenção

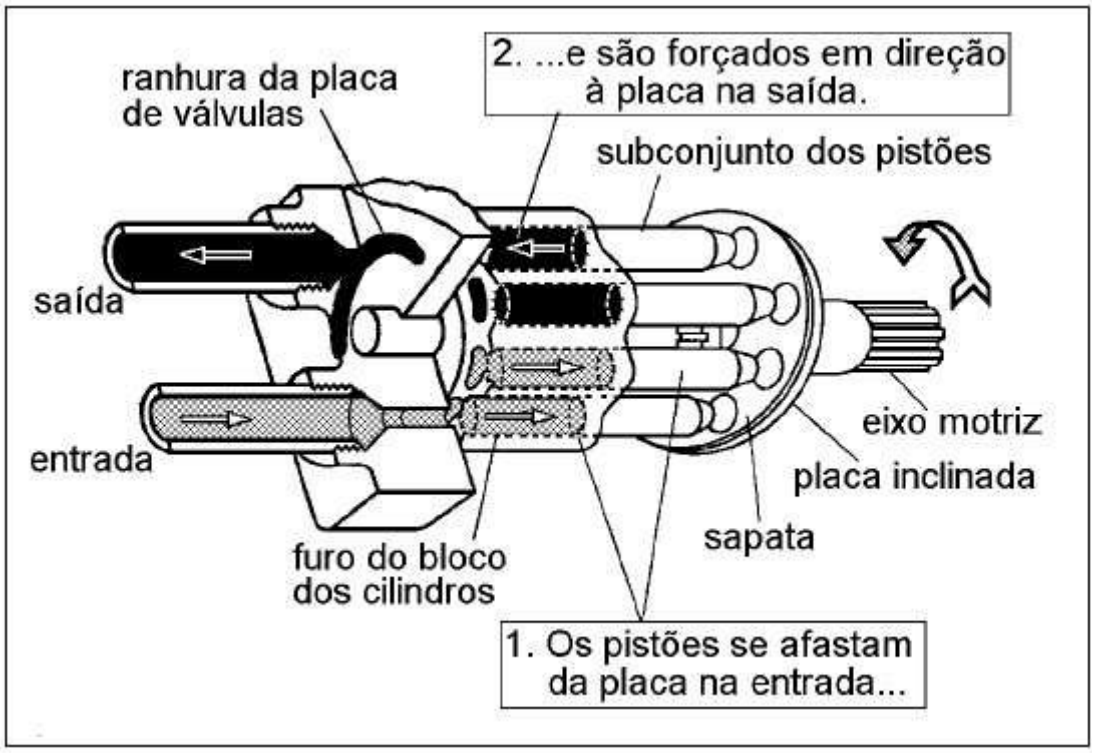
Uma bomba muito utilizada dentro dessa categoria é aquela em que o conjunto de cilindros e o eixo estão na mesma linha, e os pistões se movimentam em paralelo ao eixo de acionamento.



Os pistões são ajustados nos furos e conectados, através de sapatas, a um anel inclinado.

Quando o conjunto gira, as sapatas seguem a inclinação do anel, causando um movimento recíproco dos pistões nos seus furos.

Os pórticos estão localizados de maneira que a linha de entrada se situe onde os pistões começam a recuar, e a abertura de saída onde os pistões começam a ser forçados para dentro dos furos do conjunto.



Nesse tipo de bomba, o deslocamento de fluido é determinado pelo tamanho e quantidade de pistões, bem como de seus cursos; a função da placa inclinada é controlar o curso dos pistões.

Nos modelos com deslocamento variável, a placa está instalada num suporte móvel. Movimentando esse suporte, o ângulo da placa varia para aumentar ou diminuir o curso dos pistões.

O suporte pode ser posicionado manualmente, por servo-controle, por compensador de pressão ou por qualquer outro meio de controle.

A manutenção de bombas de pistão axial consiste em trocar o conjunto rotativo toda vez que se verificar queda no rendimento. O óleo deve estar limpo e isento de água.

Bombas rotativas de engrenagens e sua manutenção

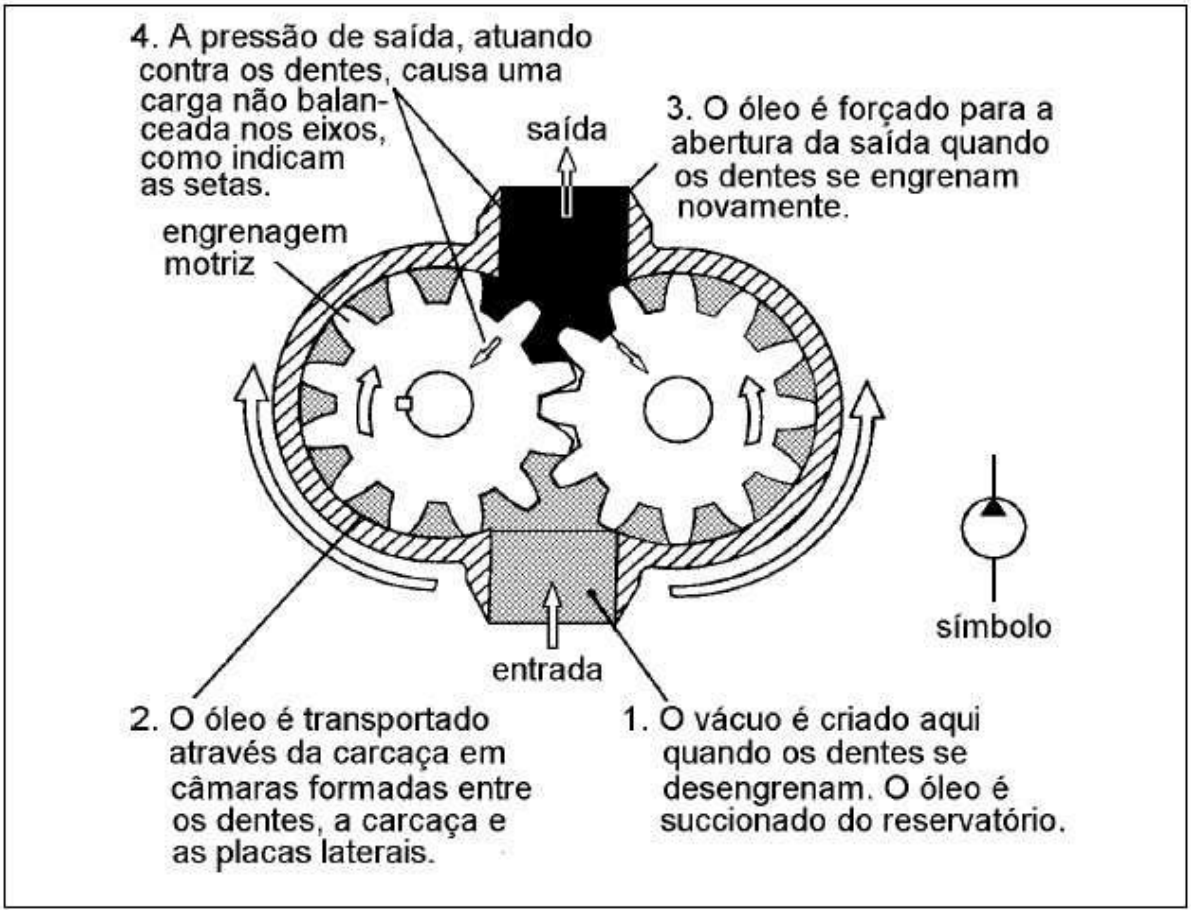
Essas bombas apresentam rodas dentadas, sendo uma motriz, acionada pelo eixo, que impulsiona a outra, existindo folgas axial e radial vedadas pela própria viscosidade do óleo.

No decorrer do movimento rotativo, os vãos entre os dentes são liberados à medida que os dentes se desengrenam.

O fluido proveniente do reservatório chega a esses vãos e é conduzido do lado da sucção para o lado da pressão.

No lado da pressão, os dentes tornam a se engrenar e o fluido é expulso dos vãos dos dentes; as engrenagens impedem o refluxo do óleo para a câmara de sucção.

A seguir mostramos o esquema de uma bomba de engrenamento externo.



A manutenção das bombas rotativas de engrenagens consiste em manter o óleo sempre limpo e sem água e em trocar as engrenagens desgastadas.

Bombas rotativas de palhetas e sua manutenção

Nas bombas de palhetas, um rotor cilíndrico, com palhetas que se deslocam em rasgos radiais, gira dentro de um anel circular.

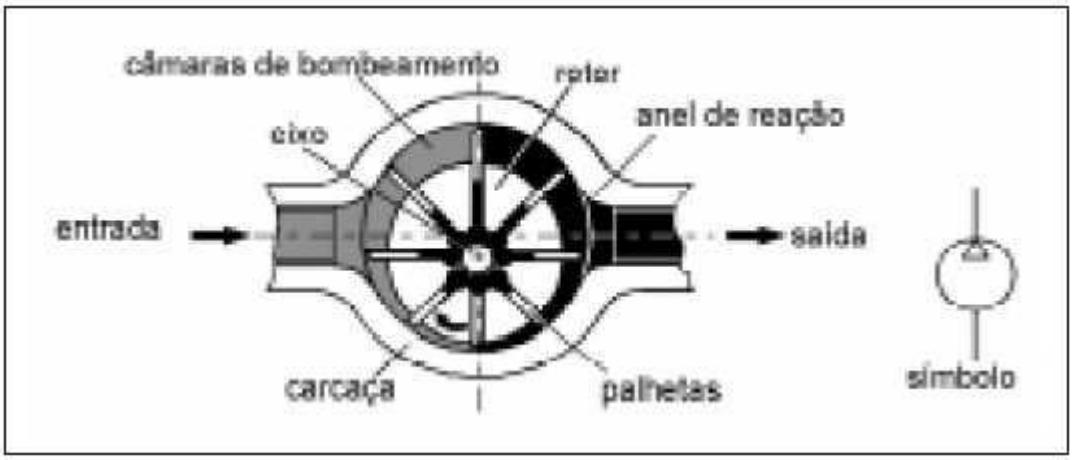
Pela ação das forças tangenciais, as palhetas tendem a sair do rotor, sendo obrigadas a manter contato permanente com a face interna do anel. Mas a pressão sob as palhetas as mantém contra o anel de reação.

Esse sistema tem a vantagem de proporcionar longa vida à bomba, pois as palhetas sempre mantêm contato com o corpo, mesmo se elas apresentarem desgastes.

As palhetas dividem o espaço existente entre o corpo e o rotor em uma série de câmaras que variam de tamanho de acordo com sua posição ao redor do anel.

A entrada da bomba fica localizada em um ponto onde ocorre a expansão do tamanho das câmaras de acordo com o sentido de rotação do rotor e da sua excentricidade em relação ao anel.

O vácuo parcial, gerado pela expansão das câmaras de bombeamento, faz com que a pressão atmosférica empurre o óleo para o interior da bomba. O óleo é então transportado da entrada para a saída da bomba, onde as câmaras reduzem de tamanho, forçando o fluido para fora.



A manutenção das bombas de palhetas consiste na troca de todo o conjunto que se desgasta por causa do tempo de uso.

Manutenção do óleo hidráulico

Entre os fluidos que poderiam ser utilizados nos sistemas hidráulicos, o óleo é o mais recomendável porque, além de transmitir pressão, ele apresenta as seguintes propriedades:

· atua como refrigerante permitindo as trocas de calor geradas no sistema;
· por ser viscoso, atua como vedante;
· é praticamente imiscível em água;
· oxida-se muito lentamente em contato com o oxigênio do ar.

A manutenção do óleo hidráulico exige os seguintes cuidados:

· utilizar filtro de sucção;
· utilizar filtro de retorno;
· eliminar a água absorvida pelo ar que entra no reservatório;
· usar aditivos e efetuar uma drenagem com filtração para separar o óleo da água;
· trocar o óleo de todo o sistema, se o grau de contaminação do óleo for muito elevado.

Atuadores hidráulicos

Os atuadores hidráulicos são representados pelos motores hidráulicos e pelos cilindros lineares.

Motores hidráulicos

Os motores hidráulicos são atuadores rotativos capazes de transformar energia hidráulica em energia mecânica, produzindo um movimento giratório.

Ao contrário das bombas que empurram o fluido num sistema hidráulico, os motores são empurrados pelo fluido, desenvolvendo torque e rotação.

Todo motor hidráulico pode funcionar como bomba; entretanto, nem toda bomba funciona como motor. Algumas bombas necessitam de modificações em suas características construtivas para exercerem a função de motor.

Quanto ao funcionamento, existem três tipos de motores hidráulicos:

· o motor unidirecional, que se movimenta em um único sentido de rotação;
· o motor bidirecional (reversível), que produz rotação nos dois sentidos;
· o motor oscilante (angular), que gira em ambos os sentidos com ângulo de rotação limitado.

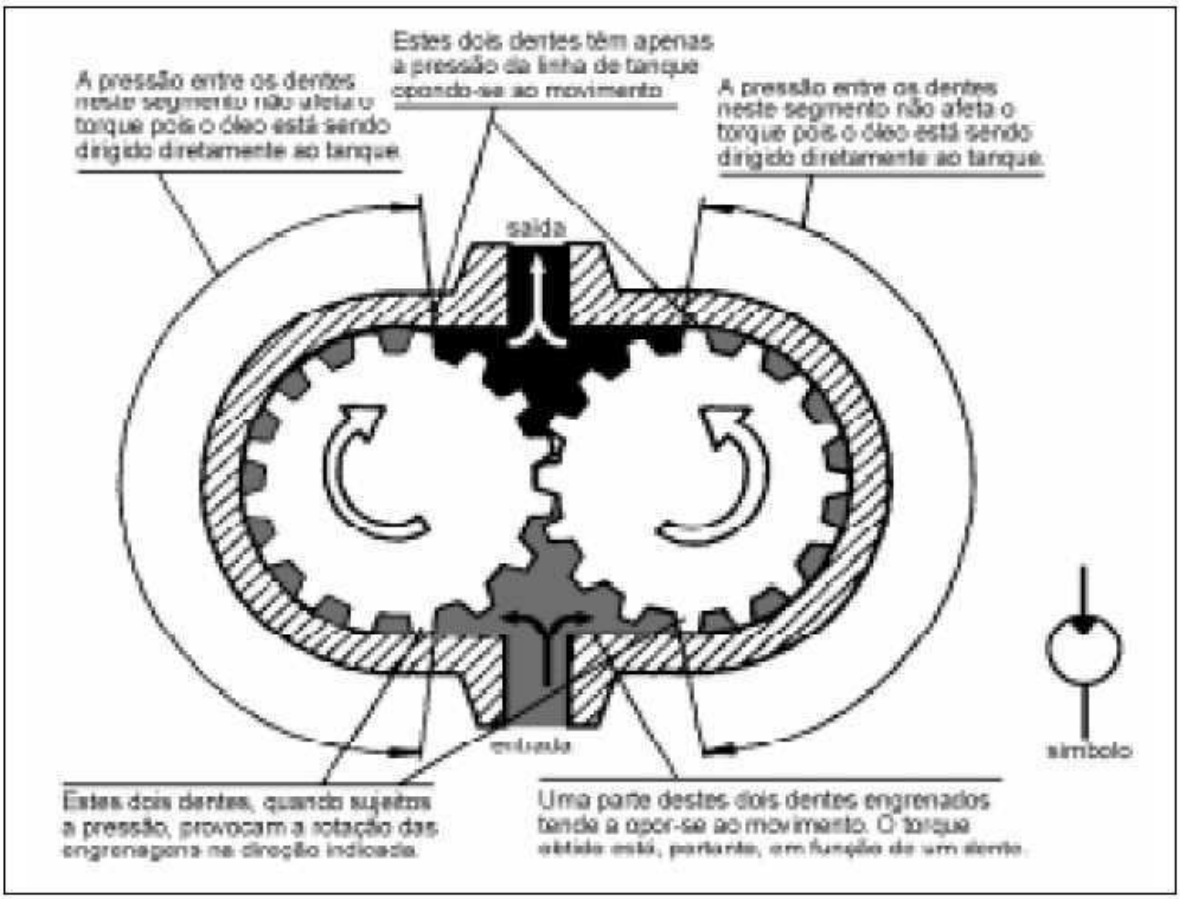
Entre os motores bidirecionais, o mais utilizado é o motor de engrenagens.

Esse motor desenvolve torque por meio da pressão aplicada nas superfícies dos dentes das rodas dentadas. Elas giram juntas, mas apenas uma está ligada ao eixo do motor.

A rotação do motor pode ser invertida mudando a direção do fluxo de óleo.

A alta pressão na entrada e a baixa pressão na saída provocam altas cargas laterais no eixo, bem como nas rodas dentadas e nos rolamentos que as suportam. Isso faz com que os motores de engrenagens tenham sua pressão de operação limitada.

A figura abaixo mostra o corte de um motor de engrenagens.



O motor de engrenagens tem como vantagens principais sua simplicidade e sua maior tolerância à sujeira. A manutenção consiste em substituir o motor estragado por um motor novo.

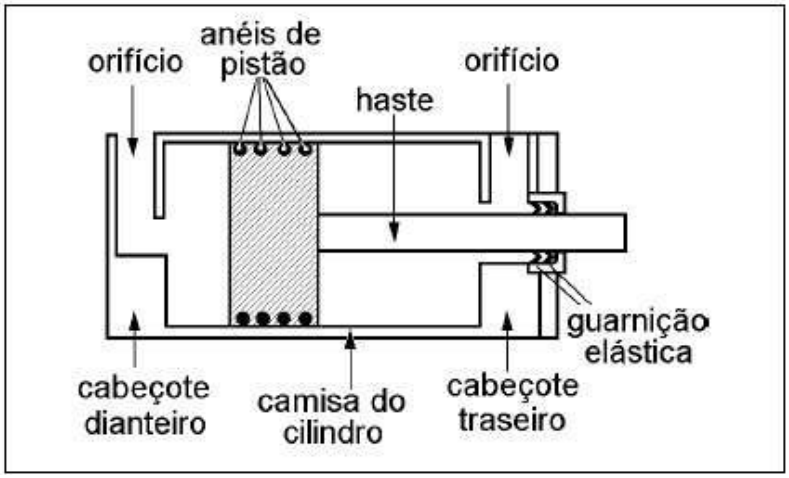
Cilindros e sua manutenção

Os cilindros têm um cabeçote em cada lado da camisa e um pistão móvel ligado à haste.

Em um dos lados a camisa do cilindro apresenta uma conexão de entrada, por onde o fluido penetra enquanto o outro lado é aberto.

Para manutenção, exige-se a troca das guarnições dos cilindros.

A figura abaixo mostra a estrutura interna de um cilindro.



Válvulas hidráulicas

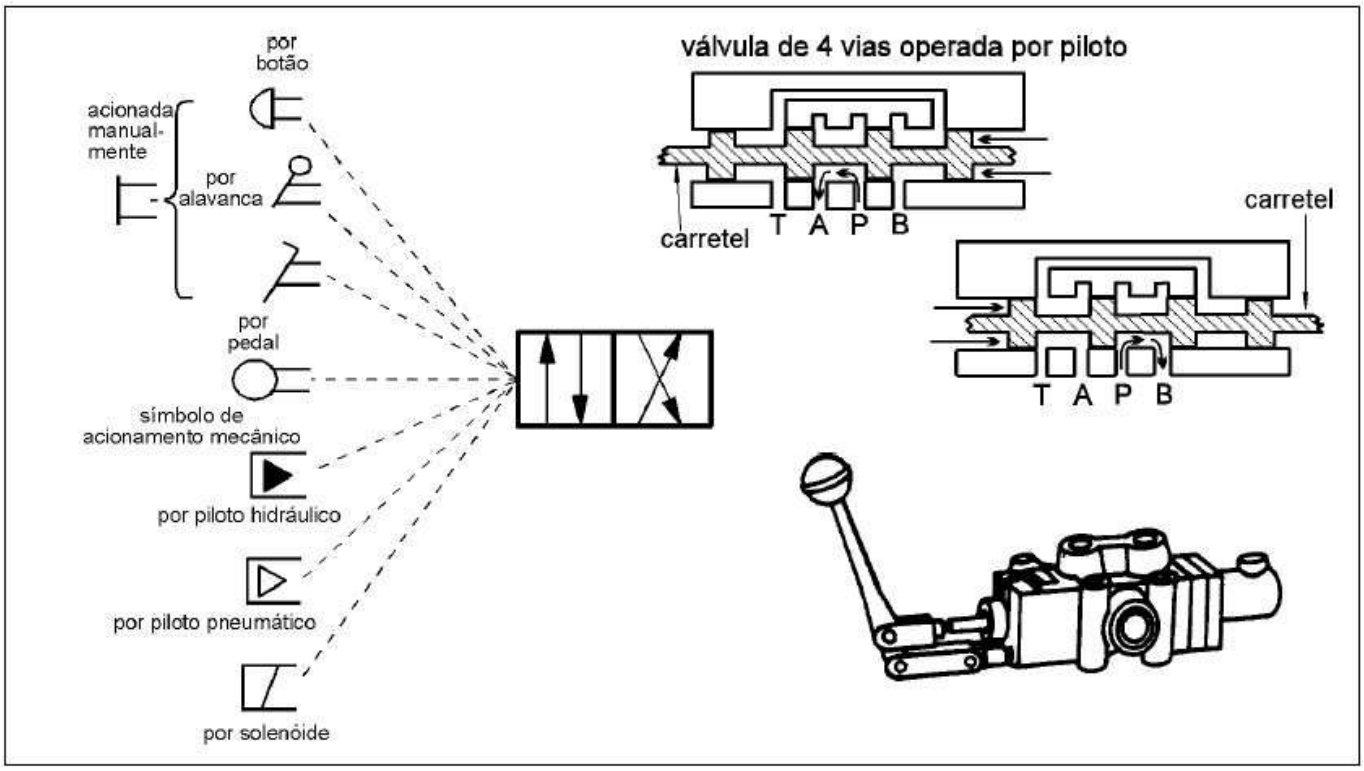
As válvulas hidráulicas dividem-se em quatro grupos:

· válvulas direcionais;
· válvulas de bloqueio;
· válvulas controladoras de pressão;
· válvulas controladoras de fluxo ou de vazão.

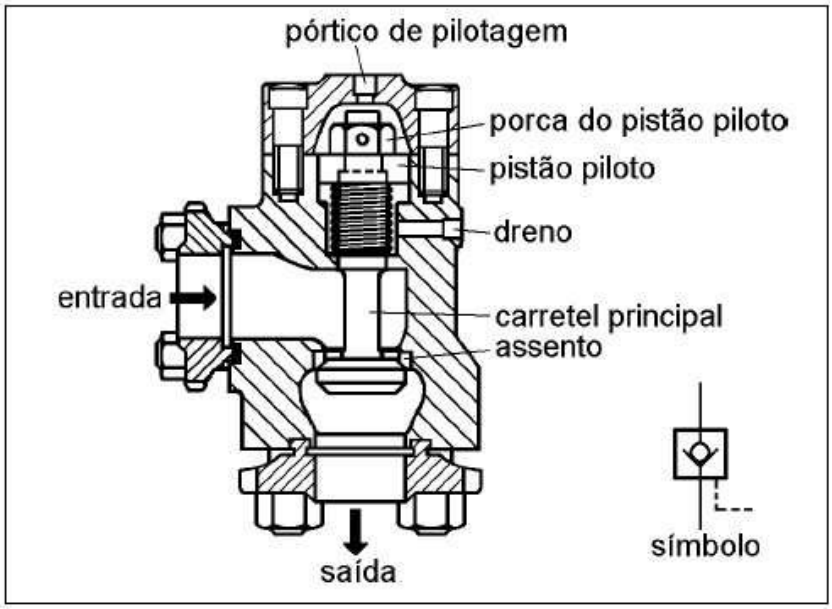
As **válvulas direcionais** são classificadas de acordo com o número de vias, número de posições de comando, tipos de acionamento e princípios de construção.

Dentre as válvulas direcionais, a mais comum é a válvula de carretel. O defeito mais comum nesse tipo de válvula é o engripamento do carretel, isto é, ele deixa de correr dentro do corpo da válvula. Outro defeito que uma válvula de carretel pode apresentar é a quebra de seu comando de acionamento.

A seguir mostramos um tipo de válvula direcional, um carretel e a simbologia de acionamento que as válvulas direcionais podem ter.



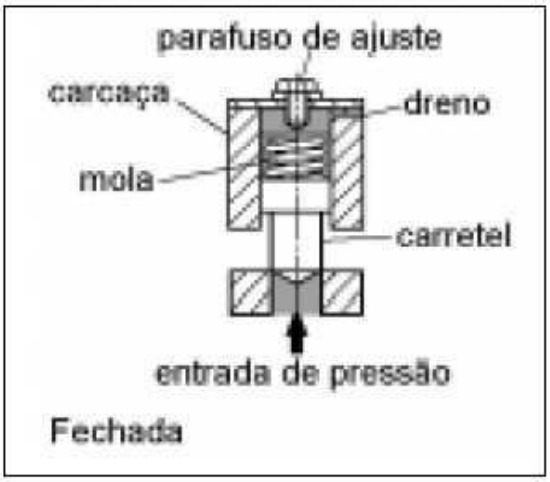
As **válvulas de bloqueio** têm a finalidade de segurar cargas verticais com estanqueidade de 100%. O maior defeito dessa válvula é a sede gasta. Sujeira no óleo também impede seu funcionamento. Uma válvula de bloqueio bastante utilizada em prensas é a de retenção pilotada.

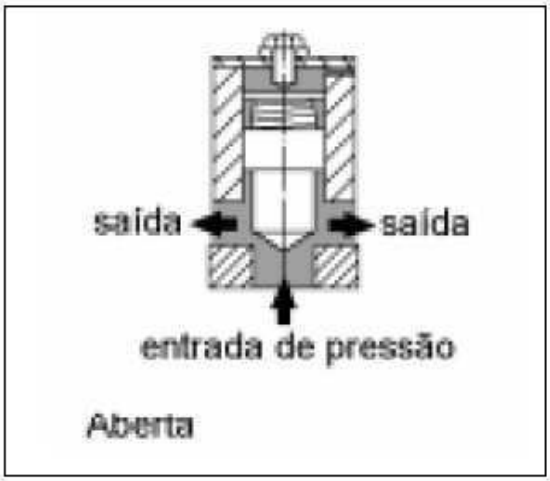


A ilustração seguinte, em corte, mostra uma válvula de retenção pilotada.

As válvulas controladoras de pressão limitam ou reduzem a pressão de trabalho em sistemas hidráulicos. Essas válvulas são classificadas de acordo com o tamanho e a faixa de pressão de trabalho.

As figuras, em corte, mostram as características construtivas de uma válvula limitadora de pressão fechada e aberta.





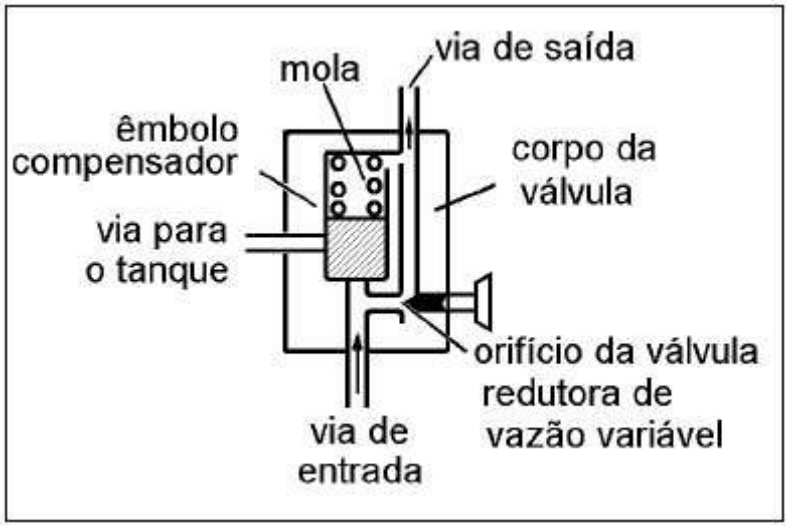
As válvulas controladoras de pressão podem assumir as seguintes funções nos circuitos hidráulicos:

· válvula de segurança ou alívio;
· válvula de descarga;
· válvula de sequência;
· válvula de contrabalanço;
· válvula de frenagem;
· válvula redutora de pressão;
· válvula de segurança e descarga.

As válvulas controladoras de fluxo ou de vazão controlam a quantidade de fluido a ser utilizado no sistema. Essas válvulas têm por função regular a velocidade dos elementos hidráulicos de trabalho.

As válvulas controladoras de fluxo podem ser fixas ou variáveis, unidirecionais ou bidirecionais.

A figura, em corte, mostra uma válvula reguladora de vazão com pressão compensada, tipo bypass. Essa válvula só deixa fluir a quantidade de óleo que foi regulada previamente, por mais que se aumente a pressão.



Manutenção de válvulas hidráulicas

A manutenção de válvulas hidráulicas deve abranger os seguintes itens:

Óleo - verificar grau de contaminação por água e sujeira. Se for o caso, drenar e substituir o óleo contaminado e sujo por óleo novo, segundo especificações do fabricante.

Guarnições - trocar as desgastadas.

Molas - trocar as fatigadas.

Sede de assentamento - verificar o estado de desgaste.

Quando irrecuperáveis, as válvulas hidráulicas deverão ser substituídas por novas.

Assinale com X a alternativa correta.

Exercício 1

Pressão é:

a) ( ) sinônimo de força;
b) ( ) força por unidade de área;
c) ( ) força por unidade de volume;
d) ( ) volume por unidade de tempo;
e) ( ) volume por unidade de superfície.

Exercício 2

Quais exemplos de máquinas e sistemas hidraúlicos são cuidados pela hidráulica industrial?

a) ( ) máquinas injetoras, caminhões, navios;
b) ( ) automóveis, prensas, mandriladoras;
c) ( ) prensas, fresadoras, brochadeiras;
d) ( ) locomotivas, fresadoras, mandriladoras;
e) ( ) retificadoras, brochadeiras, caminhões.

Exercício 3

A manutenção de bombas rotativas de engrenagens consiste em:

a) ( ) trocar as guarnições da bomba e suas válvulas;
b) ( ) trocar todo o sistema de palhetas desgastado;
c) ( ) regular as válvulas e verificar a limpeza do óleo existente no reservatório;
d) ( ) manter o óleo sempre limpo e sem água e trocar as engrenagens desgastadas;
e) ( ) substituir as válvulas desgastadas e trocar os filtros de óleo.

Exercício 4

As válvulas hidráulicas se dividem em quatro grupos. Esses grupos são representados pelas válvulas:

a) ( ) direcionais e de sentido, controladoras de pressão e de vazão;
b) ( ) controladoras de umidade e fluxo, direcionais e de bloqueio;
c) ( ) de bloqueio e de segurança, controladoras de temperatura e vazão;
d) ( ) controladoras de densidade e pressão, direcionais e de bloqueio;
e) ( ) direcionais e de bloqueio, controladoras de pressão e vazão.

Exercício 5

Relacione a atividade de manutenção aos componentes hidráulicos:

a) ( ) Verificar o estado de desgaste	1. Óleo.
b) ( ) Verificar o grau de contaminação por água e sujeira	2. Guarnições
c) ( ) Trocar as desgastadas	3. Sede de assentamento.
d) ( ) Trocar as fatigadas.	4. Molas
e) ( ) Submeter a exames de laboratório.	

CAPITULO 10

ATUADORES E VÁLVULAS

Você já viu nas aulas anteriores que é possível transformar energia elétrica em energia mecânica por meio de uma máquina: o motor elétrico.

Na indústria atual, o motor elétrico é o principal responsável pelo fornecimento da energia mecânica necessária ao movimento de outras máquinas.

E sua importância aumenta ainda mais quando se trata de automatizar equipamentos e processos de fabricação. Mas... Será que só os motores elétricos são capazes de fornecer energia mecânica? É o que veremos nesta aula.

Introdução

Além dos motores elétricos, existem outras formas de obter energia mecânica.

Pense, por exemplo, naquela roda d'água que você viu um dia no sítio do seu avô. Lembra-se? A água chegava por uma calha e caía sobre uma roda cheia de pás espalhadas em todo seu contorno, fazendo-a girar. O eixo dessa roda era ligado a alguma outra máquina, como um moedor de milho, por exemplo, que usava a energia mecânica para realizar seu trabalho.

Se seu avô não tem sítio e muito menos roda d'água, que tal este outro exemplo: um catavento. Aquele com que você brincava quando era criança: uma folha de papel dobrada, formando três ou quatro aletas, e presa a uma vareta com um alfinete. Você assopra e o catavento gira. Olha aí a energia mecânica novamente.

Observe que nestes dois exemplos não chegamos nem perto de eletricidade. Porém, em ambos utilizamos o que chamamos de fluido: água, na roda d'água do sítio do seu avô, e ar, no catavento da sua infância. E observe outra coisa: tanto o ar como a água atingiram as pás da roda d'água ou do catavento com uma certa pressão. Foi essa pressão, ou seja, essa força distribuída sobre a área das pás que fez com que tanto a roda quanto o catavento girassem.

Dessa forma, podemos usar fluidos (líquidos e gases) sob pressão para produzir energia mecânica. Em outras palavras, podemos transformar a energia de pressão dos fluidos em energia mecânica.

A evolução tecnológica acabou por escolher dois fluidos para participar dessa transformação: óleo e ar.

Dicas tecnológicas

O ramo da tecnologia dedicado ao estudo das máquinas que utilizam óleo sob pressão passou a chamar-se **Hidráulica**.

Quando o fluido utilizado é ar sob pressão ou ar comprimido, como é mais comumente chamado, estamos no campo da **Pneumática**.

Mas não ficamos totalmente livres da eletricidade. Se você pensou que poderia esquecê-la, enganou-se. É que na indústria, para pressurizar o ar ou o óleo, são necessárias outras máquinas: compressores, no caso de ar, e bombas hidráulicas, para o óleo. E adivinhe o que movimenta essas máquinas?

Isso mesmo, motores elétricos.

Como você pode ver, embora em hidráulica e pneumática não se transforme energia elétrica diretamente em energia mecânica, a utilização de energia elétrica ocorre numa etapa anterior, quando a transformamos em energia de pressão do fluido.

Atuadores

Mas a essa altura você deve estar perguntando: será que vamos utilizar rodas d'água e cataventos para automatizar máquinas?

Com o passar do tempo, o homem criou e aperfeiçoou mecanismos cuja função é transformar energia de pressão de fluidos em energia mecânica.

Esses mecanismos são denominados **atuadores**, pois sua função é aplicar ou fazer atuar energia mecânica sobre uma máquina, levando-a a realizar um determinado trabalho. Aliás, o motor elétrico também é um tipo de atuador.

A única diferença, como já observamos, é que ele emprega energia elétrica e não energia de pressão de fluidos.

Os atuadores que utilizam fluido sob pressão podem ser classificados segundo dois critérios diferentes:

· Quanto ao tipo de fluido empregado, podem ser:
- pneumáticos: quando utilizam ar comprimido;
- hidráulicos: quando utilizam óleo sob pressão.

· Quanto ao movimento que realizam, podem ser:
- lineares: quando o movimento realizado é linear (ou de translação);
- rotativos: quando o movimento realizado é giratório (ou de rotação).

Já os atuadores rotativos podem ser classificados em:

· angulares: quando giram apenas num ângulo limitado, que pode em alguns casos ser maior que 360°.

· contínuos: quando têm possibilidade de realizar um número indeterminado de rotações. Nesse caso, seriam semelhantes à roda d'água e ao catavento mencionados anteriormente. São os motores pneumáticos ou hidráulicos.

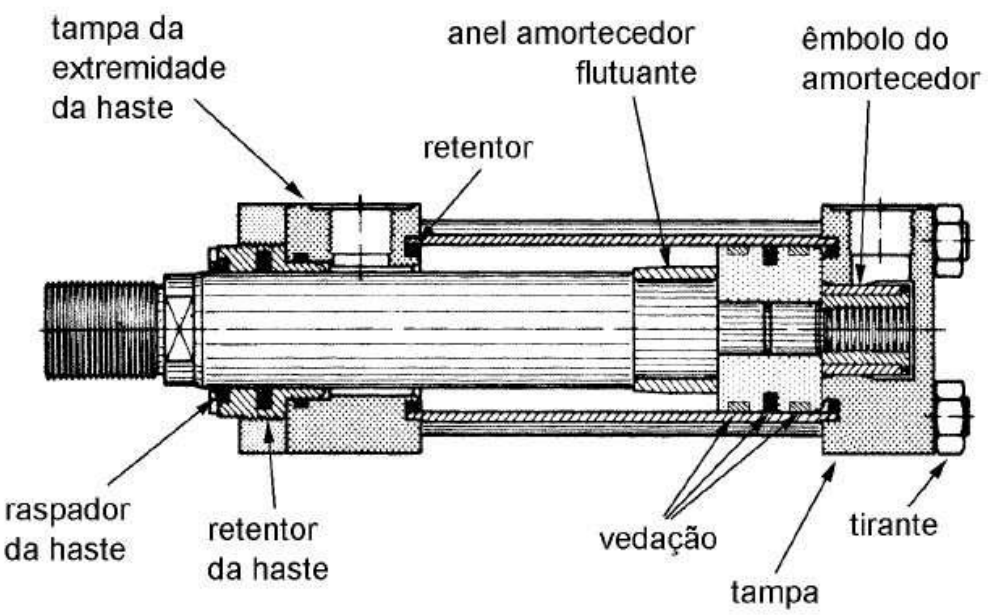
Atuadores Lineares

Os atuadores lineares são conhecidos como **cilindros** ou **pistões**.

Um exemplo de pistão é uma seringa de injeção, daquelas comuns, à venda em farmácias. Só que ela funciona de maneira inversa à dos atuadores lineares. Numa seringa, você aplica uma força mecânica na haste do êmbolo. O êmbolo, por sua vez, desloca-se segundo um movimento linear (de translação), guiado pelas paredes do tubo da seringa, e faz com que o fluido (no caso, o medicamento) saia sob pressão pela agulha. Ou seja, está ocorrendo uma transformação de energia mecânica em energia de pressão do fluido.

Agora vamos inverter o funcionamento da seringa. Se injetarmos um fluido (água, por exemplo) pelo ponto onde a agulha é acoplada ao corpo da seringa, o êmbolo irá se deslocar segundo um movimento linear. Estaremos, então, transformando energia de pressão do fluido em energia mecânica. Aí sim, teremos um atuador linear.

Cilindros hidráulicos e pneumáticos têm construção muito mais complexa do que simples seringas de injeção, pois as pressões dos fluidos e os esforços mecânicos são muito maiores. Como esses cilindros realizam operações repetitivas, deslocando-se ora num sentido ora em outro, devem ser projetados e construídos de forma cuidadosa, para minimizar o desgaste de componentes e evitar vazamento de fluidos, aumentando, assim, sua vida útil.



vista em corte de um cilindro hidráulico

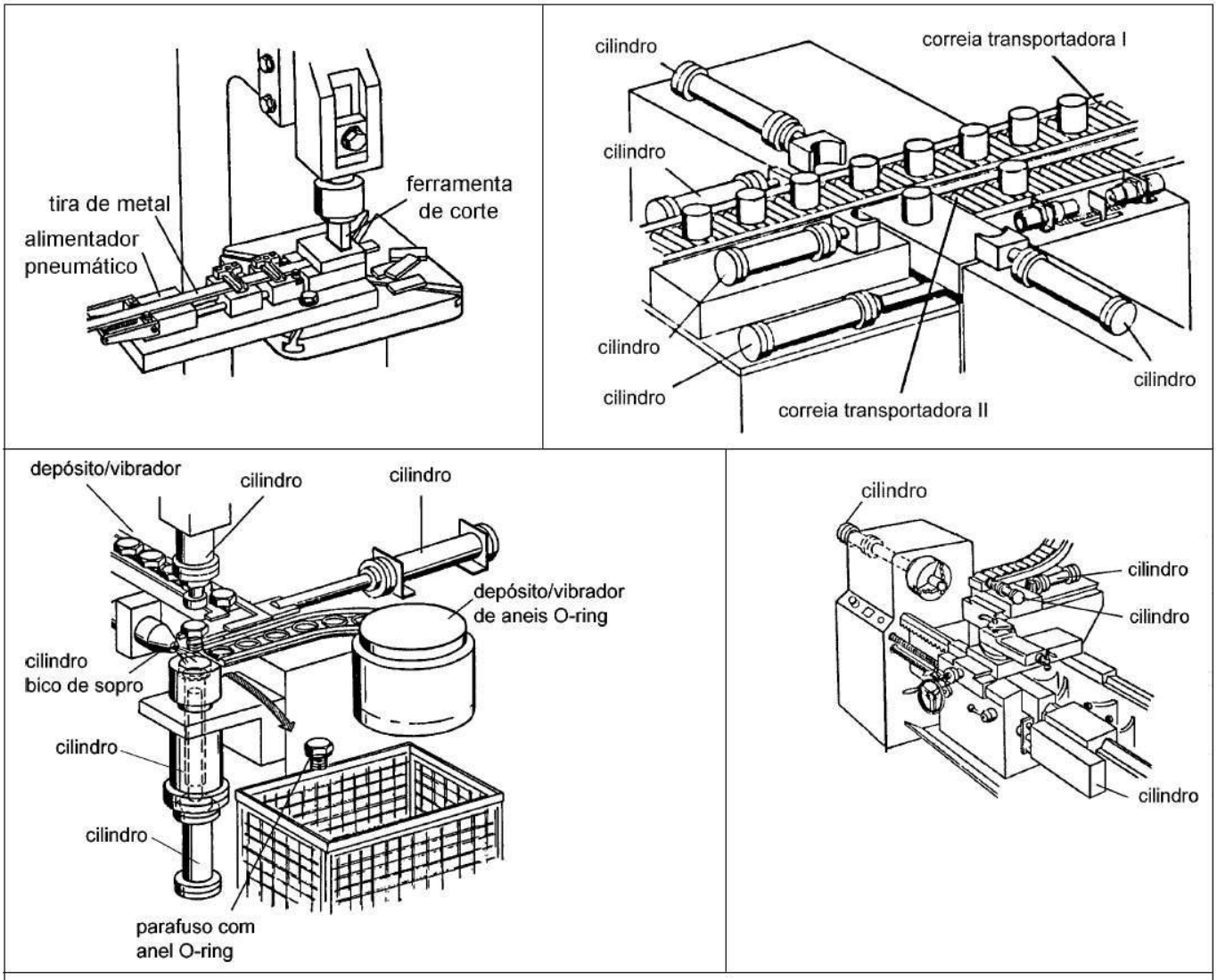
Os cilindros compõem-se normalmente de um tubo cuja superfície interna é polida, um pistão (ou êmbolo) fixado a uma haste e duas tampas montadas nas extremidades do tubo. Em cada uma das tampas há um orifício por onde o fluido sob pressão entra no cilindro e faz com que o pistão seja empurrado para um lado ou para outro dentro do tubo.

Entre as várias peças (fixas ou móveis) que compõem o conjunto, existem vedações de borracha ou outro material sintético para evitar vazamentos de fluido e entrada de impurezas e sujeira no cilindro. Essas vedações recebem nomes diferentes de acordo com seu formato, localização e função no conjunto.

Assim, temos retentores, anéis raspadores e anéis “O”, entre outros. vista em corte de um cilindro hidráulico

Em alguns casos, como se pode ver no lado direito do cilindro da figura anterior, utilizam-se amortecedores de fim de curso. Durante o movimento do êmbolo para a direita, e antes que o pistão atinja a tampa, um êmbolo menor penetra num orifício e reduz a passagem que o fluido atravessa. A velocidade do pistão diminui e, consequentemente, o choque entre o pistão e a tampa do cilindro é menos violento.

Os cilindros pneumáticos e hidráulicos encontram grande campo de aplicação em máquinas industriais, automáticas ou não, e outros tipos de equipamentos, como os utilizados em construção civil e transportes (guindastes, escavadeiras, caminhões basculantes).



EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DE CILINDROS HIDRÁULICOS E PNEUMÁTICOS

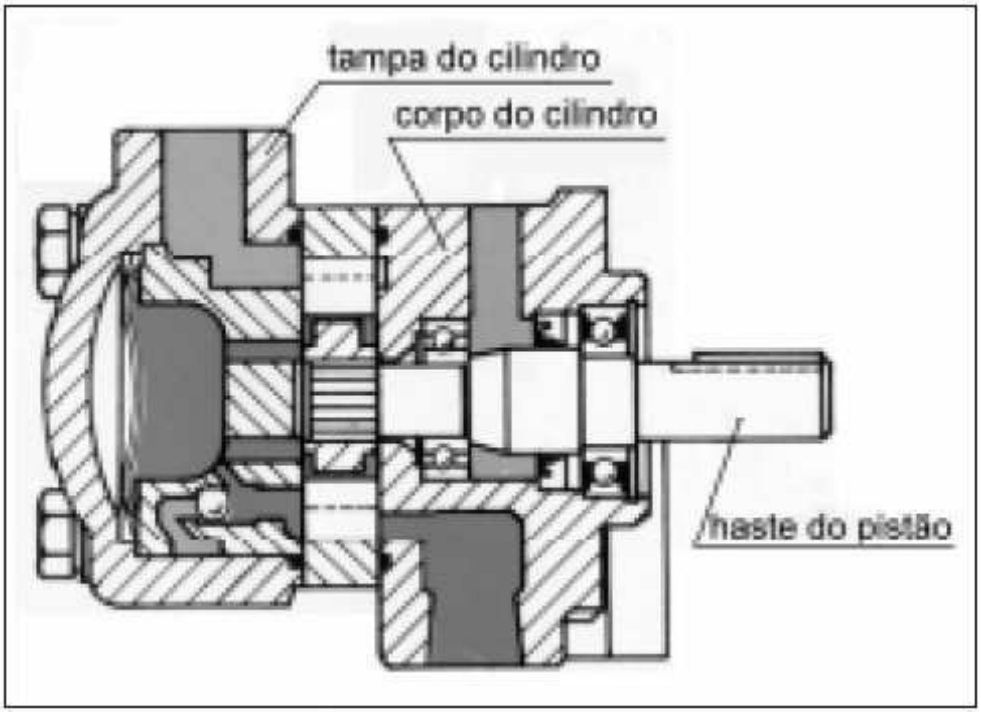
Atuadores rotativos

Os atuadores rotativos, conforme classificação anterior, podem ser angulares ou contínuos.

Os **atuadores rotativos angulares** são mais conhecidos como cilindros rotativos.

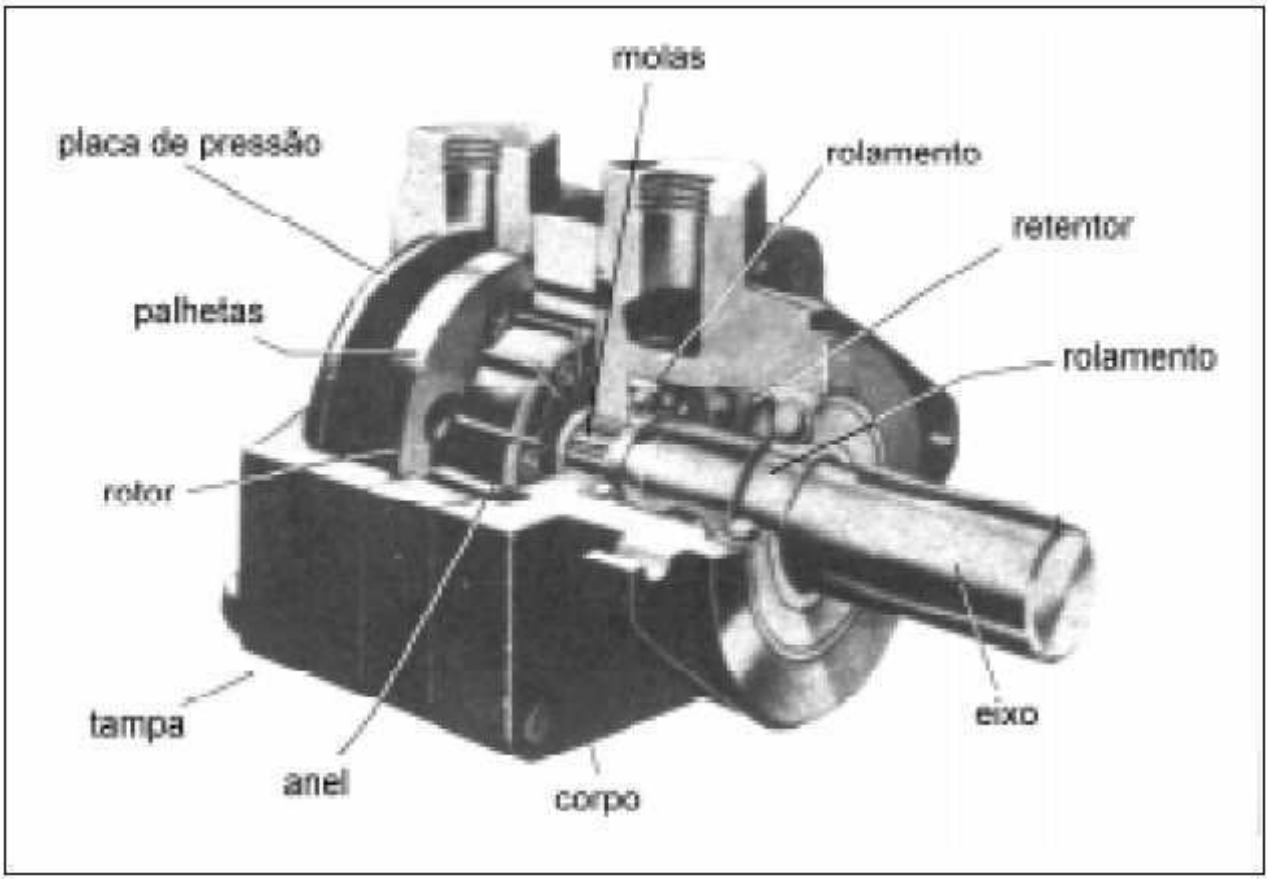
Nos atuadores lineares, como você viu, o movimento do pistão é de translação. Muitas vezes, no entanto, o movimento a ser feito pela máquina acionada requer do atuador um movimento de rotação.

Basicamente, esses atuadores podem ser de dois tipos: de cremalheira e de aleta rotativa. O primeiro tipo constitui-se da união de um cilindro pneumático com um sistema mecânico. Na haste do pistão de um atuador linear é usinada uma cremalheira. A cremalheira aciona uma engrenagem, fazendo girar o eixo acoplado a ela. No cilindro de aleta rotativa, apresentado na figura, uma pá ou aleta pode girar de um determinado ângulo ao redor do centro da câmara do cilindro. A aleta, impulsionada pelo fluido sob pressão, faz girar o eixo preso a ela num ângulo que raramente ultrapassa 300°.



vista de um cilindro rotativo

Os **atuadores rotativos contínuos** são mais conhecidos como motores pneumáticos ou hidráulicos, conforme o fluido que os acione seja ar comprimido ou óleo.



vista em corte de um motor hidráulico

Um motor hidráulico ou pneumático consta de um rotor ao qual é fixado um eixo. Ao longo da periferia do rotor existem ranhuras radiais, onde deslizam pequenas placas de metal denominadas palhetas. As palhetas são mantidas em contato com a parte interna do corpo do motor por meio de molas denominadas balancins ou pela ação da força centrífuga que age sobre elas quando o rotor gira.

Na carcaça do motor existem dois orifícios, respectivamente para entrada e saída do fluido sob pressão. Ao entrar na câmara em que se encontra o rotor, o fluido sob pressão empurra as palhetas do rotor. O rotor gira e, consequentemente, o eixo preso a ele também. Esse movimento de rotação é então utilizado para acionar uma outra máquina.

Válvulas

Vimos que para os atuadores funcionarem é necessário que o fluido (óleo ou ar comprimido) chegue até eles. Ainda não explicamos como isso ocorre, porém não é difícil imaginar uma tubulação de aço, borracha ou outro material ligando o compressor ou a bomba hidráulica ao atuador. Se o ar ou óleo contiverem impurezas que possam danificar os atuadores, será preciso acrescentar um filtro no caminho. Se o ar contém muito vapor d'água, então acrescenta-se à tubulação o que denominamos **purgador**, para separar a água do ar.

Agora pense na instalação elétrica de sua casa. Imagine-a sem chave geral, disjuntores e interruptores de luz. Toda vez que você quisesse acender a luz da sala, teria que subir no poste e ligar os fios de sua casa aos da rua. E para apagar... olha você lá no poste de novo. Trabalhoso, não?

No caso dos atuadores, se desejamos que o pistão que foi acionado para a direita volte agora para a esquerda, temos que desligar o compressor ou a bomba, inverter as mangueiras dos dois lados do cilindro e religar o compressor ou a bomba.

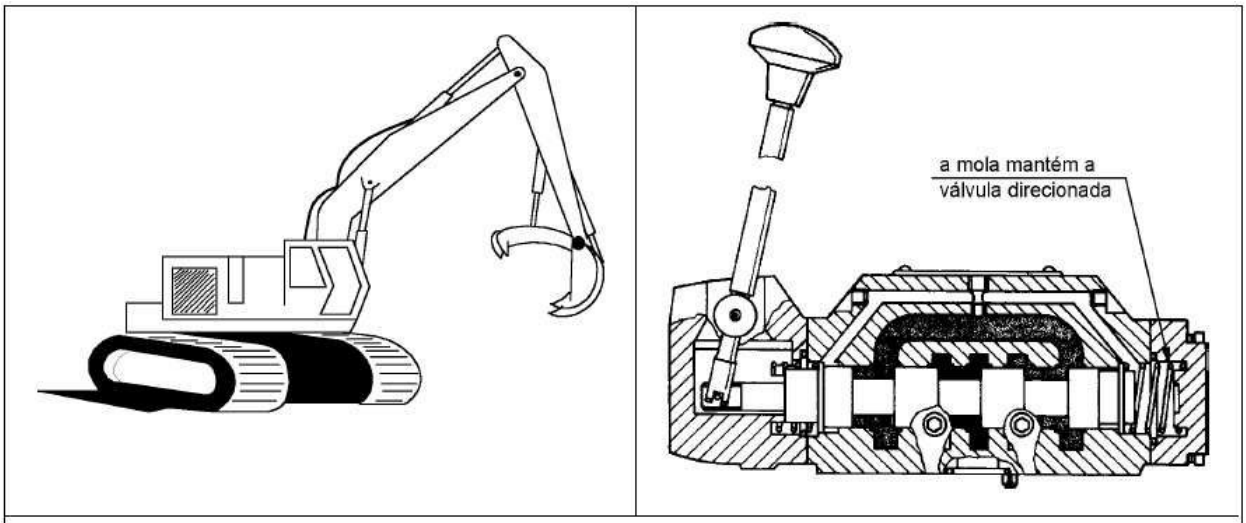
Mas existe um jeito mais fácil. Podemos direcionar o fluido dentro de um circuito hidráulico ou pneumático por meio de válvulas. As válvulas são mecanismos que permitem controlar a direção do fluxo de fluido, sua pressão e vazão (quantidade de fluido que passa por um ponto do circuito num certo tempo). Para cada uma destas funções existe um tipo específico de válvula.

Nos circuitos hidráulicos e pneumáticos, as válvulas desempenham um papel semelhante ao das chaves, disjuntores e interruptores no circuito elétrico de sua casa. As válvulas permitem controlar o atuador a ser acionado e o momento do acionamento – da mesma forma que ao acionarmos os interruptores de luz indicamos qual lâmpada deve ou não ficar acesa.

Ao contrário dos interruptores de nossa casa, que normalmente são acionados manualmente, as válvulas hidráulicas e pneumáticas podem ser acionadas manualmente, eletricamente ou por meio do próprio fluido sob pressão.

O caso do operador de retroescavadeira da figura a seguir é um exemplo. Sua máquina tem vários pistões hidráulicos, cada um deles responsável por um determinado movimento.

A cada um dos pistões está associada uma válvula, acionada manualmente por meio de alavancas. O operador, ao acionar uma determinada alavanca, determina não apenas o pistão que será acionado, mas também o sentido de seu movimento (extensão ou retração).



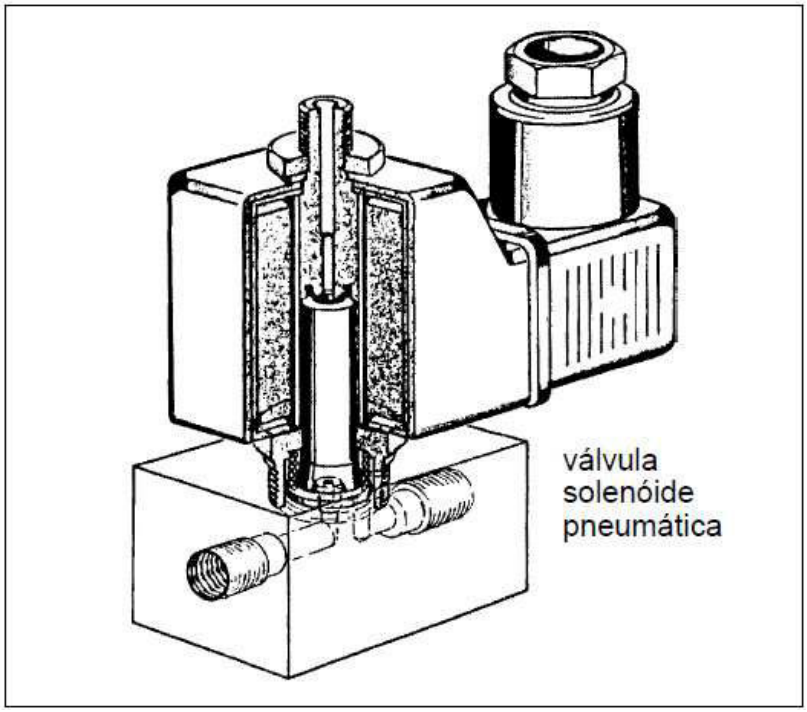
EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DE VÁLVULAS ACIONADAS MANUALMENTE

Válvulas acionadas eletricamente

As máquinas automáticas que utilizam energia hidráulica ou pneumática não precisam necessariamente de eletricidade para acionar suas válvulas. Pode se usar um conjunto de válvulas manuais, acionadas pelo próprio fluido sob pressão, para que a máquina execute seus movimentos e realize seu trabalho.

No entanto, utilizando-se válvulas acionadas eletricamente, os circuitos hidráulicos e pneumáticos tendem a ficar mais simples. Além disso, com o emprego crescente de computadores para controlar máquinas, o uso de válvulas acionadas eletricamente tornou-se quase obrigatório, uma vez que as “ordens” enviadas pelo computador à máquina são sinais elétricos.

As válvulas acionadas eletricamente são normalmente chamadas **solenoides**.



Solenoide é um fio elétrico enrolado num carretel. É uma bobina. Quando ligamos os terminais deste fio à rede elétrica, digamos, 110 volts, acontecem alguns fenômenos físicos chamados eletromagnéticos.

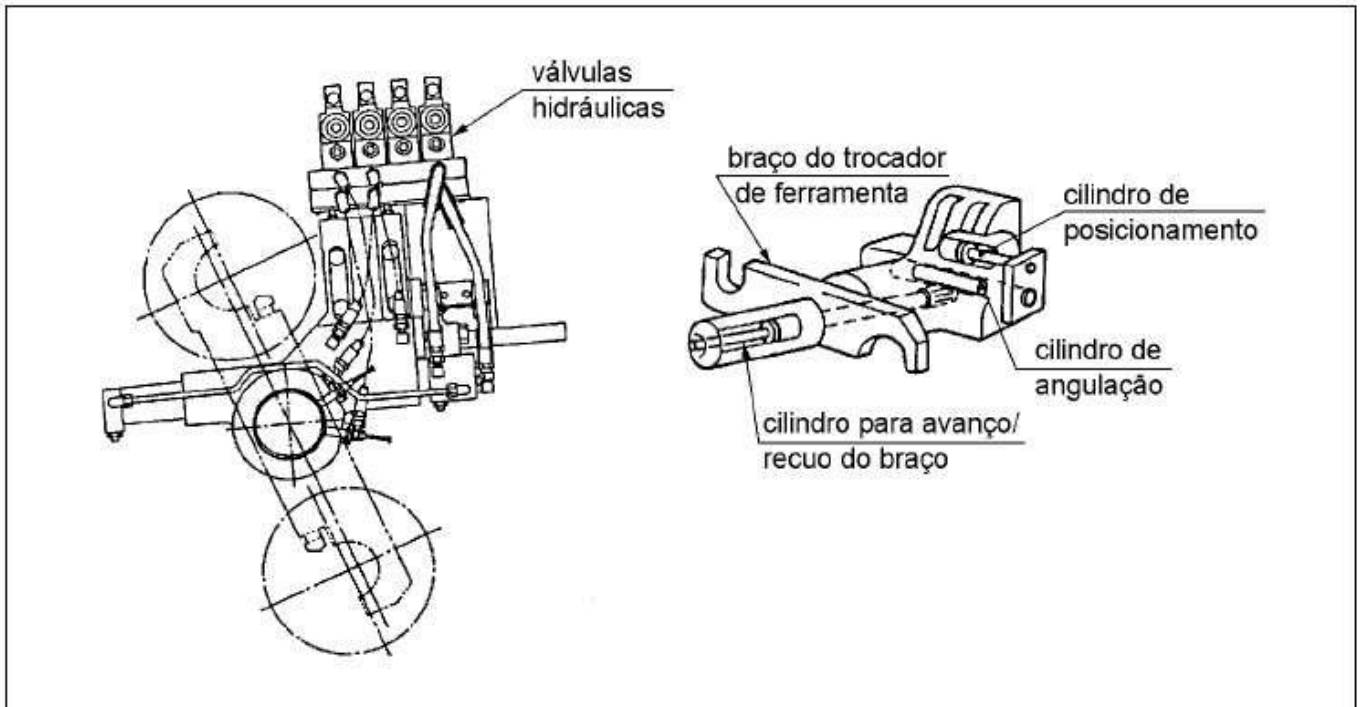
Devido a esses fenômenos, a peça denominada núcleo da bobina, localizada na parte interna do carretel, sofre a ação de uma força magnética e desloca-se dentro do carretel.

O carretel é uma peça cilíndrica com várias ranhuras radiais. Quando se aciona a válvula, o carretel desloca-se em movimento linear, abrindo algumas passagens para o fluido e fechando outras. Assim, dependendo da posição do carretel no interior da válvula, o fluido percorre um caminho ou outro. O carretel apresenta movimento nos dois sentidos: para a direita ou para a esquerda.

Além do acionamento eletromagnético, utilizado nas válvulas solenoides, os acionamentos que comandam os movimentos do carretel podem ser:

· manual: por meio de botões, alavancas ou pedais;
· mecânico: por meio de batentes, roletes e molas;
· pneumático ou hidráulico: por meio do próprio fluido.

As válvulas e os pistões sozinhos têm pouca utilidade na automação. Para poderem realizar algum trabalho significativo, vários componentes de tipos variados devem ser montados juntos, formando um conjunto.



componentes hidráulicos utilizados num centro de usinagem computadorizado

Teste sua aprendizagem. Faça os exercícios e confira suas respostas com as do gabarito.

Marque com X a resposta correta.

Exercício 1

Para produzir energia mecânica, a hidráulica e a pneumática usam, respectivamente, os seguintes fluidos:

a) ( ) querosene e ar;
b) ( ) gás carbônico e hidrogênio;
c) ( ) mercúrio e óleo;
d) ( ) óleo e ar.

Exercício 2

Na indústria, obtemos ar comprimido por meio de:

a) ( ) bombas pneumáticas;
b) ( ) bombas hidráulicas;
c) ( ) compressores de ar;
d) ( ) compressores de hidrogênio.

Exercício 3

Comprime-se o óleo com:

a) ( ) compressores pneumáticos;
b) ( ) rolos eletrônicos;
c) ( ) prensas mecânicas;
d) ( ) bombas hidráulicas.

Exercício 4

Os mecanismos que transformam energia de pressão de fluidos em energia mecânica são chamados:

a) ( ) bombeadores;
b) ( ) compressores;
c) ( ) rolamentos;
d) ( ) atuadores.

Exercício 5

Um fluido é direcionado num circuito hidráulico ou pneumático por meio de:

a) ( ) válvulas;
b) ( ) pistões;
c) ( ) bombas hidráulicas;
d) ( ) compressores.

Exercício 6

Uma válvula pode ser acionada:

a) ( ) manualmente;
b) ( ) eletricamente;
c) ( ) por meio do próprio fluido;
d) ( ) todas as respostas anteriores.

CAPITULO 11

CIRCUITOS PNEUMÁTICOS E HIDRÁULICOS

A injetora de plásticos de uma fábrica quebrou. Desesperado, o supervisor de produção procura pelo novo mecânico de manutenção de plantão: você.

- Precisamos dessa máquina. A produção já está atrasada quase uma semana. Tenho aqui o diagrama hidráulico da máquina. Por favor, estude-o e veja se consegue resolver o problema.

Para não demonstrar ignorância, você sorri, faz que sim com a cabeça e arrisca:

- Deixa comigo!

Ao olhar o diagrama, no entanto, você se arrepende de tanta autoconfiança.

Aquele monte de símbolos parece grego. Coisa de louco!

Se você não quer passar por uma situação assim, estude esta aula. Ela vai lhe dar algumas noções sobre como interpretar diagramas pneumáticos e hidráulicos, que poderão ser-lhe úteis no futuro.

Conceito

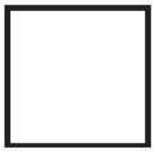
Quando unimos várias válvulas e pistões por meio de tubulações, a fim de realizar determinada tarefa, damos ao conjunto o nome de **circuito** – circuito pneumático ou circuito hidráulico, conforme o caso.

O desenho do circuito é chamado diagrama ou esquema. É um desenho simplificado, feito com a utilização de símbolos. Cada componente do circuito é representado por um símbolo. Examinando o diagrama, é possível compreender como funciona um circuito.

Um dos símbolos mais importantes é aquele usado para representar válvulas. Uma válvula pode assumir várias posições, dependendo do estado em que se encontra: não acionada, acionada para a direita, acionada para a esquerda etc.

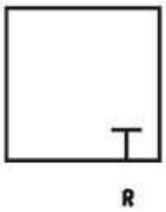
Assim, precisamos de símbolos capazes de representar esses vários estados da válvula. Vamos estudar esses símbolos.

Cada posição ou estado da válvula é representado por um quadrado.



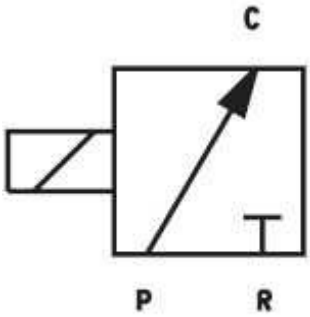
No interior do quadrado, representam-se as passagens que estão abertas, permitindo o fluxo de fluido, e as que estão fechadas.

Na figura está representado um orifício da válvula fechado: é o orifício R (de **R**etorno de ar comprimido) fechado.

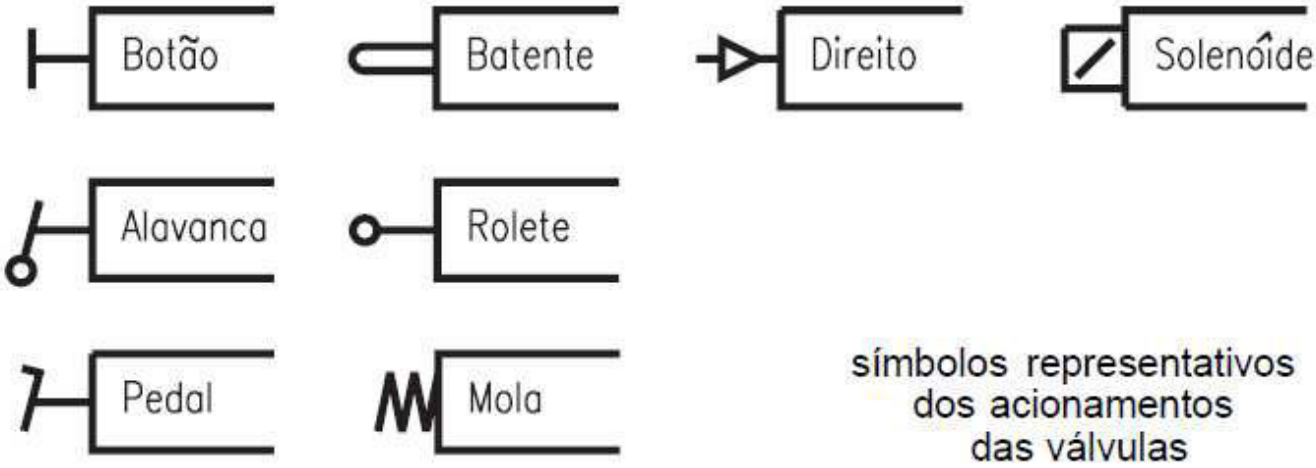


Quando um orifício da válvula se comunica com outro, permitindo a passagem de fluido, essa passagem é representada por uma seta. Essa passagem denomina-se **via**.

O orifício P (de Pressão, entrada de ar comprimido) comunica-se com o orifício C (que será ligado a um Cilindro pneumático), permitindo, devido à diferença de pressão, que o ar escoe de P para C.



(D)



símbolos representativos dos acionamentos das válvulas

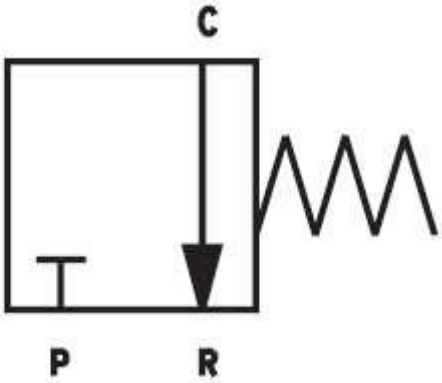
Além disso, é preciso representar como a válvula chegou a esse estado, ou seja, se foi acionada e como foi acionada. Os vários tipos de acionamento são representados pelos símbolos ao lado.

No caso de uma válvula solenoide, o estado ou posição dessa válvula de três vias é representado pelo símbolo mostrado na figura.

Se fôssemos traduzir esse símbolo, escreveríamos assim: quando a válvula for acionada, o orifício P se comunicará com o orifício C, permitindo a passagem de ar de P para C, e o orifício R será fechado.

Quando a válvula não está acionada, ela se encontra em outra posição. Vamos então considerar uma válvula de duas posições. Enquanto ela não for acionada, seu carretel é mantido numa posição por meio de uma mola. Esta nova posição é representada pelo símbolo mostrado abaixo, em que o orifício P está fechado e o orifício C se comunica com o orifício R.

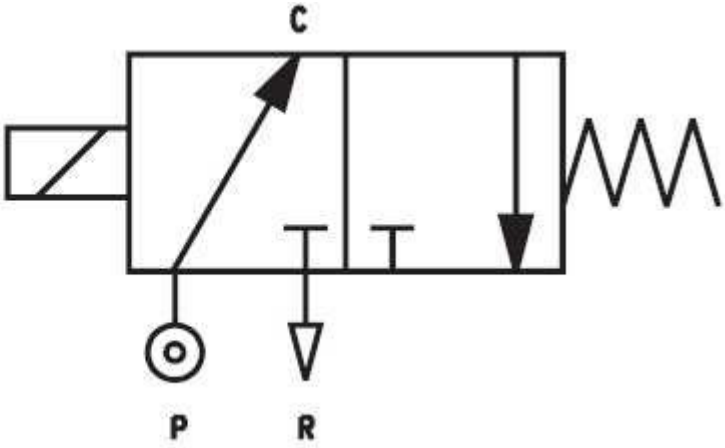
símbolo representativo da segunda posição da válvula



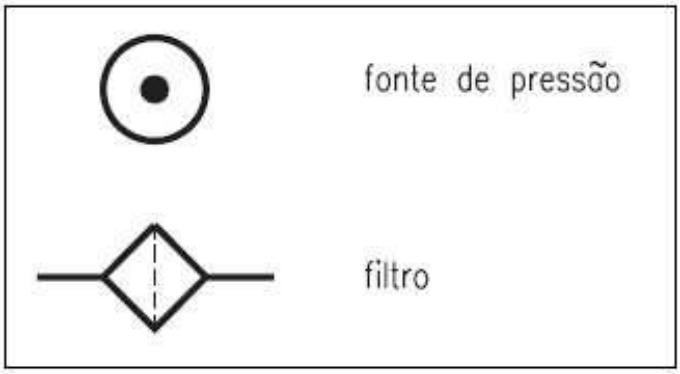
O símbolo de uma válvula deve representá-la em suas várias posições possíveis.

A válvula representada abaixo é classificada como de duas vias (entre P e C e entre C e R) e duas posições (acionada ou não pelo solenoide).

símbolo de uma válvula pneumática de duas vias e duas posições.



Encontramos outros símbolos usados nos diagramas pneumáticos e hidráulicos e seus respectivos significados.



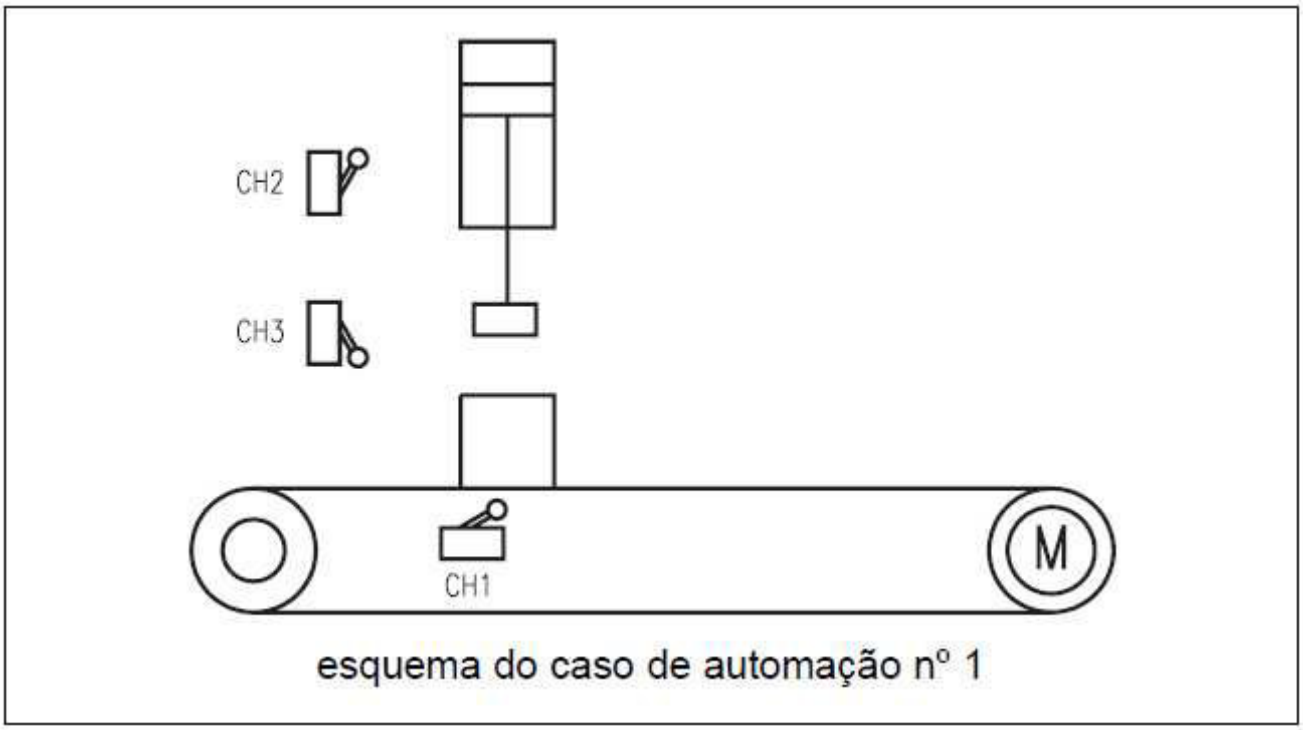
	reservatório
	motor hidráulico
	tubulação rígida
	tubulação flexível
	cilindro de ação simples
	cilindro de ação dupla

SÍMBOLOS USADOS EM DIAGRAMAS PNEUMÁTICOS E HIDRÁULICOS

Caso de automação nº 1

Agora estamos preparados para realizar nosso primeiro projeto de automação industrial utilizando componentes pneumáticos. Vamos, antes de mais nada, estudar o sistema a ser automatizado.

Uma esteira é usada para transportar caixas de papelão. Num determinado local sobre a esteira, existe um pistão pneumático montado verticalmente. Na extremidade do pistão há um carimbo. Cada caixa deve parar debaixo do pistão, ser carimbada e, logo depois, seguir viagem pela esteira, conforme o esquema.



esquema do caso de automação nº 1

Assim, podemos dividir a operação do sistema em 4 fases:

1. ligar a esteira e levar a caixa até a posição (sob o pistão);
2. desligar a esteira;
3. descer o pistão;
4. subir o pistão.

Concluída a fase 4, voltamos à fase 1, repetindo o ciclo.

Como você já viu em aulas anteriores, uma máquina automática possui atuadores e sensores. Os atuadores são os componentes da máquina responsáveis pelo trabalho mecânico. Podemos dizer que os atuadores são os “braços” da máquina. Por outro lado, os sensores são os componentes que indicam em que situação a máquina se encontra num determinado momento. Podemos dizer que os sensores são os “olhos” da máquina.

No nosso sistema, temos dois atuadores: o pistão pneumático que carimba as caixas de papelão e o motor elétrico que faz a esteira se movimentar.

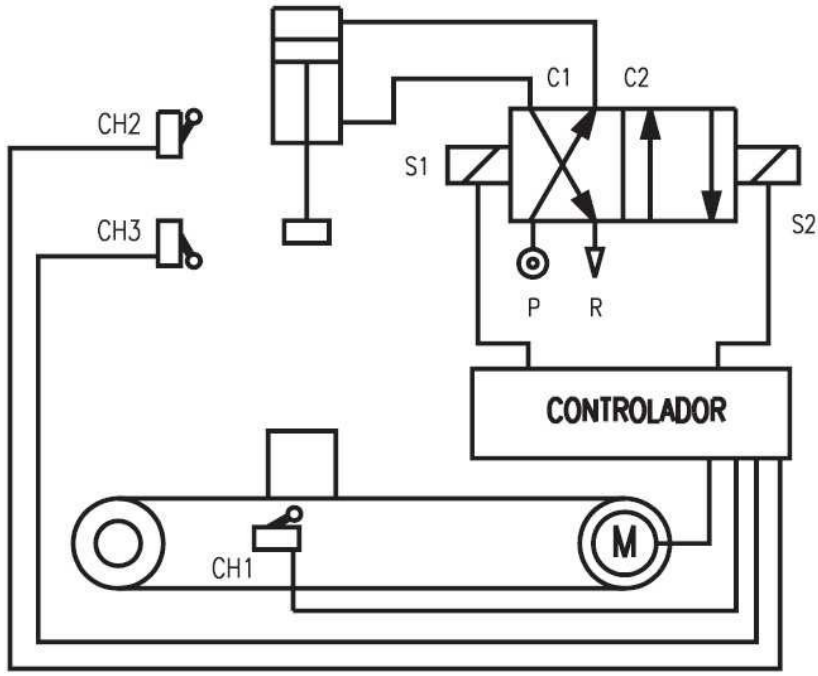
Como sensores, vamos usar três chaves fim-de-curso. Cada chave (CH1, CH2 ou CH3) indica a seguinte situação:

CH1: caixa embaixo do pistão;
CH2: pistão na posição superior;
CH3: pistão na posição inferior.

Uma chave fim-de-curso é um interruptor elétrico, como aquele que você usa em sua casa para acender ou apagar a luz. Só que ele é acionado não pelo dedo, mas por meio de uma peça qualquer da máquina que entra em contato com a haste de acionamento da chave fim-de-curso. Uma chave fim-de-curso pode estar na posição aberta (impede a passagem de corrente elétrica) ou fechada (permite a passagem de corrente elétrica).

Verificando essa posição, é possível saber o que ocorre na máquina que estamos automatizando. Assim saberemos se a caixa está na posição correta, se o pistão está na posição superior e assim por diante. Dependendo do estado da máquina, teremos de ligar ou desligar a esteira, subir ou descer o pistão pneumático etc. Quem vai tomar essas decisões é o controlador. O controlador geralmente é um circuito elétrico ou eletrônico construído segundo uma determinada lógica de funcionamento. É no controlador que são ligados os fios das chaves fim-de-curso. Além disso, ele também é capaz de enviar sinais elétricos para as válvulas solenoide e para os motores elétricos. Podemos dizer, de maneira simples, que no controlador está a “inteligência” da máquina.

No entanto, não vamos nos preocupar agora com o controlador, uma vez que nosso objetivo principal é estudar o circuito pneumático. Assim, vamos analisar como o sistema funciona, examinando o circuito.



circuito pneumático usado no caso de automação nº 1

Quando a caixa que está sendo transportada encontra a chave CH1, o motor da esteira é desligado e a caixa para sob o pistão.

Em seguida, o solenoide S1 é acionado. A válvula passa para a posição da esquerda. O ar comprimido flui de P para C2 e chega à câmara superior do cilindro. Ao mesmo tempo, o orifício C1 comunica-se com o R e o ar da câmara inferior do cilindro escoa para a atmosfera. O pistão desce.

Quando o pistão desce, a chave CH2 que indica o fim-de-curso superior é desacionada.

O pistão continua descendo até atingir sua posição inferior, quando, então, a chave CH3 é acionada e a caixa é carimbada. O pistão pode permanecer um determinado tempo (definido pelo controlador) nesta posição.

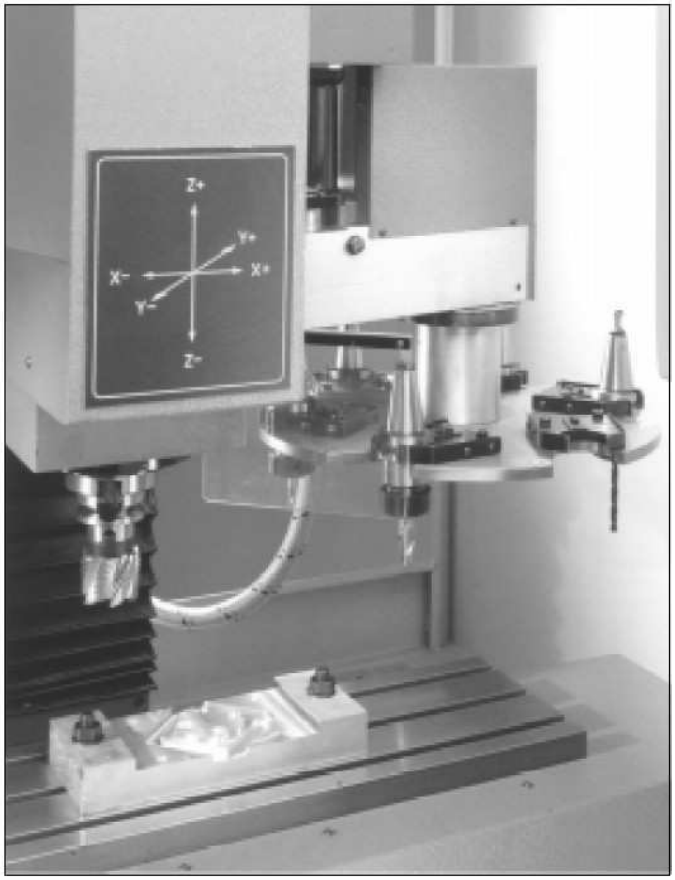
O solenoide S1 é desacionado e se aciona então o solenoide S2. A válvula passa para a posição da direita. O ar comprimido flui de P para C1 e chega à câmara inferior do cilindro. Ao mesmo tempo, a via C2 comunica-se com R e o ar da câmara superior do cilindro escoa para a atmosfera. O pistão sobe.

Quando se chega à posição superior e se aciona a chave CH2, o motor da esteira é novamente ligado, até que uma nova caixa seja posicionada sob o pistão, repetindo o ciclo.

Caso de automação nº 2

Agora, vamos estudar outro exemplo.

Uma fresadora CNC pode trabalhar com várias ferramentas. Cada ferramenta é presa a um suporte porta-ferramentas. O porta-ferramentas, por sua vez, é fixado a um mecanismo responsável pela troca automática de uma ferramenta por outra. Esse mecanismo é chamado de torre porta-ferramentas.



torre porta-ferramentas de uma fresadora CNC

Vamos ver como é possível automatizar os movimentos da torre portaferramentas por meio de um circuito hidráulico.

Quando o controlador (Comando Numérico) da fresadora manda trocar uma ferramenta por outra, deve ser realizada a seguinte sequência de tarefas:

1. Destravar o porta-ferramentas que está sendo utilizado.
2. O carrossel, com todas as ferramentas da torre, desloca-se para a esquerda, fazendo com que as hastes dos suportes porta-ferramentas abandonem seus alojamentos na torre. Essa etapa é chamada de destravamento da torre.
3. O carrossel gira e a nova ferramenta é colocada na posição de usinagem. Essa etapa é chamada de giro da torre.
4. O carrossel desloca-se agora para a direita, fazendo com que as hastes de todos os suportes porta-ferramentas novamente se encaixem em seus alojamentos. Essa etapa é chamada de travamento da torre.
5. Trava-se o novo porta-ferramentas, para que possa suportar as forças de usinagem.

Vamos precisar dos seguintes atuadores:

CF: cilindro hidráulico para travamento ou destravamento do suporte porta-ferramentas;
CT: cilindro hidráulico para travamento ou destravamento da torre;
MT: motor hidráulico para girar a torre.

Vamos precisar também de vários sensores, cada um deles capaz de indicar um determinado estado da máquina:

FT: porta-ferramentas travado;
FD: porta-ferramentas destravado;
TT: torre travada;
TD: torre destravada.

Além disso, precisaremos de um sensor que indique qual a ferramenta que está atualmente na posição de usinagem.

Não iremos nos preocupar agora com os tipos de sensores utilizados nem com seu modo de funcionamento.

Vamos considerar também que as válvulas responsáveis pelos movimentos dos cilindros e do motor hidráulico são todas acionadas por meio de solenoides.

Os sensores e os solenoides das válvulas são ligados ao controlador (Comando Numérico), que se encarrega da lógica de funcionamento do mecanismo.

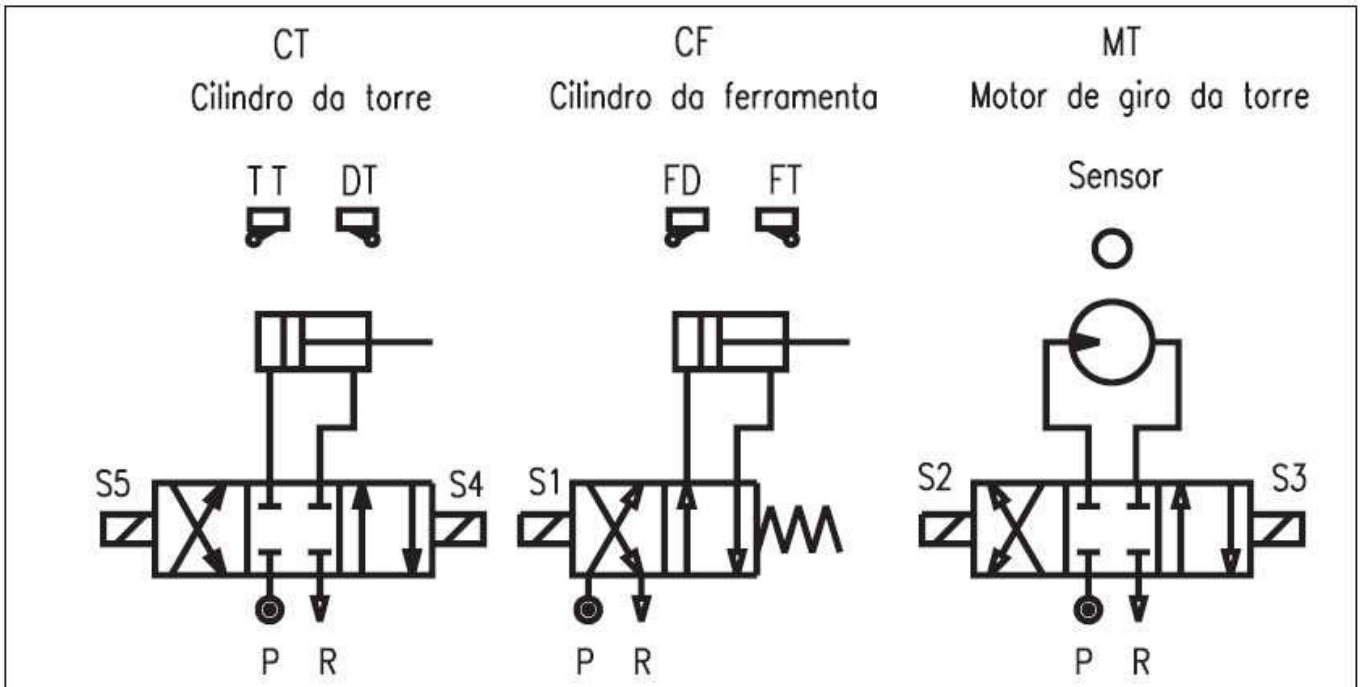


diagrama do circuito hidráulico utilizado na automação da torre porta-ferramentas

O mecanismo funciona da seguinte maneira:

O solenoide S1 é acionado. O pistão do cilindro CF se retrai e a ferramenta é destravada. O sensor FD informa o destravamento ao controlador.

Aciona-se, então, o solenoide S4. O pistão do cilindro CT avança e destrava a torre. O sensor DT informa o destravamento da torre ao controlador.

O controlador verifica, por meio do sensor, qual a ferramenta que está na posição de usinagem. Dependendo da nova ferramenta a ser trocada, o controlador determina qual o sentido de giro da torre que corresponde ao caminho mais curto. Em função do sentido escolhido, o controlador aciona o solenoide S2 ou S3, fazendo com que o motor hidráulico da torre gire num sentido ou noutro.

O sensor da ferramenta indica se o porta-ferramentas desejado já está na posição correta. Se estiver, o solenoide S2 ou S3, conforme o sentido em que a torre estava girando, é desacionado.

Desligado o motor hidráulico, o solenoide S5 é acionado e a torre é novamente travada. O sensor TT informa o travamento ao controlador.

O controlador desaciona, então, o solenoide S1 e a mola traz o carretel da válvula de volta para a posição de repouso. O pistão do cilindro CF avança e o porta-ferramentas é novamente travado. O sensor FT informa o travamento da ferramenta ao controlador e a usinagem da peça prossegue.

Teste sua aprendizagem. Faça os exercícios e confira suas respostas com as do gabarito.

Marque com X a resposta correta.

Exercício 1

O conjunto de várias válvulas e pistões ligados por meio de tubulações recebe o nome de:

a) ( ) conjunto mecânico;
b) ( ) diagrama hidráulico;
c) ( ) esquema pneumático;
d) ( ) circuito hidráulico ou pneumático.

Exercício 2

O quadrado utilizado na representação de uma válvula indica:

a) ( ) direção;
b) ( ) posição;
c) ( ) tipo de acionamento;
d) ( ) tamanho da válvula.

Exercício 3

A passagem de um fluido na válvula é indicada por:

a) ( ) seta;
b) ( ) quadrado;
c) ( ) linha;
d) ( ) triângulo.

Exercício 4

Circuitos pneumáticos ou hidráulicos são representados por:

a) ( ) desenhos técnicos;
b) ( ) gráficos especiais;
c) ( ) setas e figuras;
d) ( ) diagramas ou esquemas.

Exercício 5

As chaves fim-de-curso utilizadas em circuitos hidráulicos e pneumáticos servem para:

a) ( ) informar ao controlador a posição dos pistões;
b) ( ) acionar diretamente os pistões;
c) ( ) controlar vazamentos de ar nas tubulações;
d) ( ) evitar curto-circuitos nas válvulas-solenoide.

Bibliografia

1. INTRODUÇÃO À PNEUMÁTICA – P111 – Festo Didatic – Brasil – Indústria Gráfica Senador Ltda. – SP – nov/1998

2. COMANDOS HIDRÁULICOS – Caderno Técnico – Mecânica – Divisão de Estudos e Avaliação – BH - 1998

Hino Nacional

Ouviram do Ipiranga as margens plácidas
De um povo heróico o brado retumbante,
E o sol da liberdade, em raios fúlgidos,
Brilhou no céu da pátria nesse instante.

Se o penhor dessa igualdade
Conseguimos conquistar com braço forte,
Em teu seio, ó liberdade,
Desafia o nosso peito a própria morte!

Ó Pátria amada,
Idolatrada,
Salve! Salve!

Brasil, um sonho intenso, um raio vívido
De amor e de esperança à terra desce,
Se em teu formoso céu, risonho e límpido,
A imagem do Cruzeiro resplandece.

Gigante pela própria natureza,
És belo, és forte, impávido colosso,
E o teu futuro espelha essa grandeza.

Terra adorada,
Entre outras mil,
És tu, Brasil,
Ó Pátria amada!
Dos filhos deste solo és mãe gentil,
Pátria amada,Brasil!

Deitado eternamente em berço esplêndido,
Ao som do mar e à luz do céu profundo,
Fulguras, ó Brasil, florão da América,
Iluminado ao sol do Novo Mundo!

Do que a terra, mais garrida,
Teus risonhos, lindos campos têm mais flores;
"Nossos bosques têm mais vida",
"Nossa vida" no teu seio "mais amores."

Ó Pátria amada,
Idolatrada,
Salve! Salve!

Brasil, de amor eterno seja símbolo
O lábaro que ostentas estrelado,
E diga o verde-louro dessa flâmula
- "Paz no futuro e glória no passado."

Mas, se ergues da justiça a clava forte,
Verás que um filho teu não foge à luta,
Nem teme, quem te adora, a própria morte.

Terra adorada,
Entre outras mil,
És tu, Brasil,
Ó Pátria amada!
Dos filhos deste solo és mãe gentil,
Pátria amada, Brasil!

Hino do Estado do Ceará

Poesia de Thomaz Lopes
Música de Alberto Nepomuceno
Terra do sol, do amor, terra da luz!
Soa o clarim que tua glória conta!
Terra, o teu nome a fama aos céus remonta
Em clarão que seduz!
Nome que brilha esplêndido luzeiro
Nos fulvos braços de ouro do cruzeiro!

Mudem-se em flor as pedras dos caminhos!
Chuvas de prata rolem das estrelas...
E despertando, deslumbrada, ao vê-las
Ressoa a voz dos ninhos...
Há de florar nas rosas e nos cravos
Rubros o sangue ardente dos escravos.
Seja teu verbo a voz do coração,
Verbo de paz e amor do Sul ao Norte!
Ruja teu peito em luta contra a morte,
Acordando a amplidão.
Peito que deu alívio a quem sofria
E foi o sol iluminando o dia!

Tua jangada afoita enfune o pano!
Vento feliz conduza a vela ousada!
Que importa que no seu barco seja um nada
Na vastidão do oceano,
Se à proa vão heróis e marinheiros
E vão no peito corações guerreiros?

Se, nós te amamos, em aventuras e mágoas!
Porque esse chão que embebe a água dos rios
Há de florar em meses, nos estios
E bosques, pelas águas!
Selvas e rios, serras e florestas
Brotem no solo em rumorosas festas!
Abra-se ao vento o teu pendão natal
Sobre as revoltas águas dos teus mares!
E desfraldado diga aos céus e aos mares
A vitória imortal!
Que foi de sangue, em guerras leais e francas,
E foi na paz da cor das hóstias brancas!

GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ

Secretaria da Educação