

Noções básicas de pneumática

*F*uusshhhhhh... era o característico som de vazamento de ar que o experiente ouvido de Gelásio captava. Seus olhos procuraram a fonte do vazamento na linha do sistema pneumático da produção. Esse sistema era vital para a fabricação de embalagens da empresa onde trabalhava como mecânico de manutenção.

Com cuidado ele examinou os manômetros e constatou que um deles indicava uma pressão abaixo do normal. Esse manômetro estava ligado a um dos ramos da rede de ar comprimido, e o vazamento provinha de uma válvula.

Tranqüilamente Gelásio isolou o ramo, fechando duas outras válvulas. O restante do sistema funcionou normalmente por duas horas, garantindo a produção. Bastou ajustar a pressão para compensar aquela parada, enquanto ele procurava a causa do vazamento.

Meia hora depois, Gelásio já tinha resolvido o problema e religado o ramal ao restante do sistema. Regulou a pressão de todo o circuito e tudo voltou ao normal. O som característico, agora, era: físsshhh.....físsshhh....

Qual foi a causa do vazamento da válvula? Qual componente da válvula foi reparado?

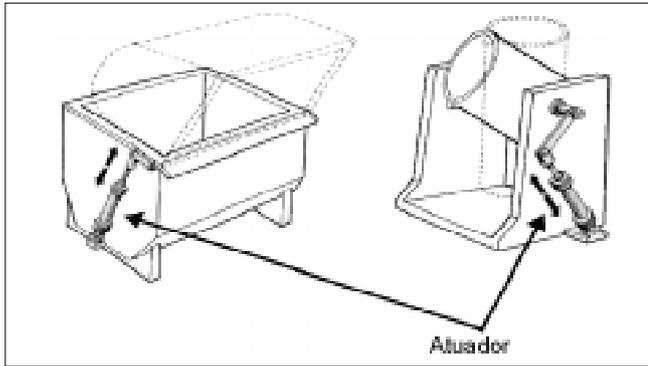
Esta aula tratará de compressores, bombas e válvulas, elementos importantíssimos dos circuitos pneumáticos.

A importância da pneumática

No universo da mecânica, muitas máquinas e equipamentos apresentam, além dos sistemas mecânicos (polias e correias, engrenagens, alavancas etc.), sistemas hidráulicos (funcionam à base de óleo) e sistemas pneumáticos (funcionam à base de ar comprimido).

A utilização das máquinas pelo homem sempre teve dois objetivos: reduzir, ao máximo, o emprego da força muscular e obter bens em grandes quantidades. A pneumática contribui para que esses dois objetivos venham a ser alcançados. Ela permite substituir o trabalho humano repetitivo e cansativo nos processos industriais.

De fato, com atuadores pneumáticos, certas máquinas e equipamentos tornam-se mais velozes e mais seguros.



Outra vantagem da pneumática é que ela pode atuar em locais onde a pura energia mecânica, hidráulica e elétrica seriam desvantajosas.

Ar

O ar atmosférico é constituído por uma mistura de gases, tais como: oxigênio, nitrogênio, neônio, argônio, gás carbônico etc. Junto com esses gases, encontramos no ar atmosférico outras impurezas devidas à poluição (poeira, partículas de carbono provenientes de combustões incompletas, dióxido de enxofre etc.) e também vapor d'água.

Sendo abundante na natureza e gratuito, o ar atmosférico comprimido é a alma dos equipamentos pneumáticos.

Pneumática industrial

A pneumática industrial, por definição, é a soma de aplicações industriais onde a energia da compressão do ar é utilizada, notadamente em atuadores (cilindros e motores). O controle do trabalho executado pela energia da compressão do ar é efetuado por meio de válvulas.

O ar comprimido recomendado para o trabalho na pneumática tem de ser isento de impurezas e de água e apresentar pressão e vazão constantes.

Compressores

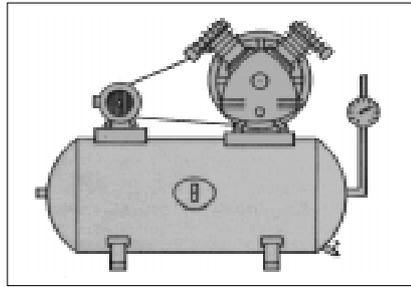
Compressores são máquinas que captam o ar, na pressão atmosférica local, comprimindo-o até atingir a pressão adequada de trabalho. Ao nível do mar, a pressão atmosférica normal vale uma atmosfera ou 1 atm.

Equivalência entre atm e outras unidades de pressão:

$$1 \text{ atm} \cong 1 \text{ bar} \cong 14,5 \text{ psi (libra-força por polegada quadrada)} \cong 100\,000 \text{ Pa} = 100 \text{ Kpa}$$

Em equipamentos pneumáticos, a pressão mais utilizada é aquela que se situa na faixa de 6 bar, ou seja, 600 Kpa.

A ilustração abaixo mostra um modelo de compressor.



Em diagramas pneumáticos, os compressores, segundo a ISO 1219, são representados pelo símbolo:

Classificação dos compressores

Os compressores são classificados em dois tipos: compressores de deslocamento positivo e compressores dinâmicos.

Compressores de deslocamento positivo

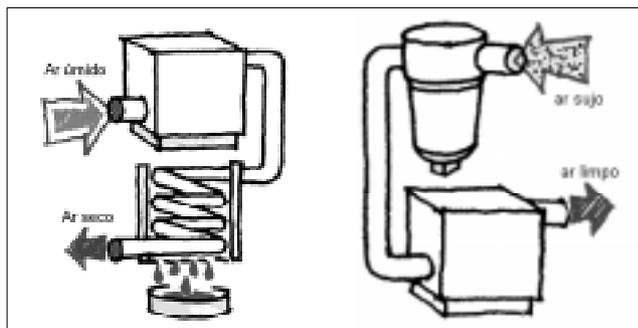
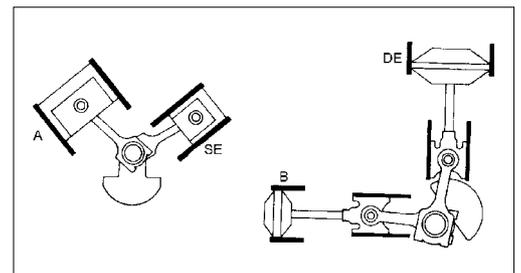
Nesses compressores, sucessivos volumes de ar são confinados em câmaras fechadas e elevados a pressões maiores. Dentro dessa categoria, os mais utilizados são os compressores de pistão e os compressores de parafuso.

Compressores de pistão – Podem ser de simples efeito (SE) e duplo efeito (DE), ou de um ou mais estágios de compressão, como mostra a figura ao lado.

Manutenção dos compressores de pistão

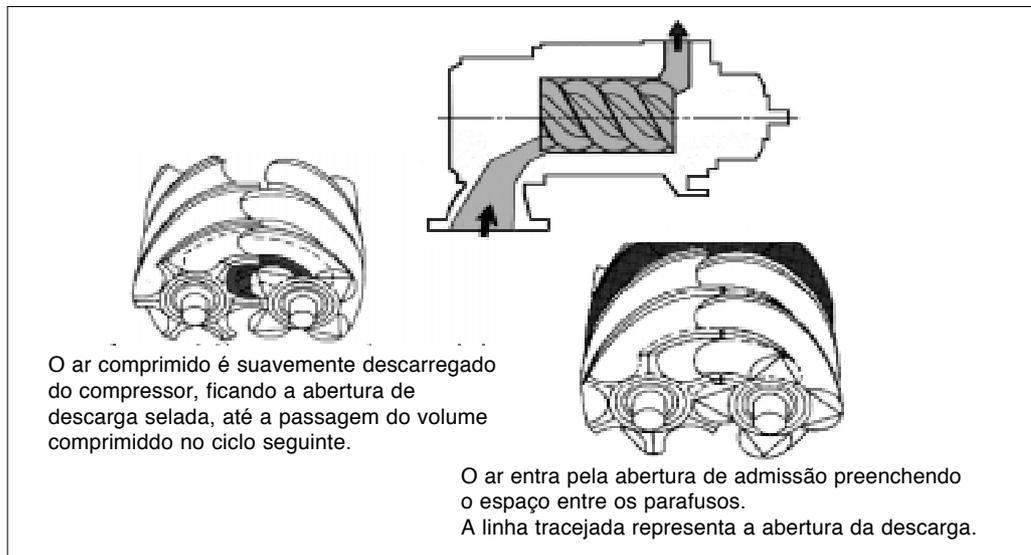
Para uma eficaz manutenção desses compressores devem-se tomar os seguintes cuidados:

- manter limpo o filtro de sucção e trocá-lo quando for necessário;
- o calor na compressão de um estágio para o outro gera a formação de condensado, por causa da entrada de ar úmido, por isso é preciso eliminar a água;



- verificar o nível de óleo;
- verificar se as válvulas de sucção e descarga não estão travando;
- verificar se as ligações de saídas de ar não apresentam vazamento;
- verificar o aquecimento do compressor;
- verificar a água de refrigeração;
- verificar a tensão nas correias;
- verificar o funcionamento da válvula de segurança.

Compressor de parafuso – O motor elétrico ou diesel impulsiona um par de parafusos que giram, um contra o outro, transportando o ar desde a seção de admissão até a descarga, comprimindo-o ao mesmo tempo.



Manutenção de compressores de parafuso

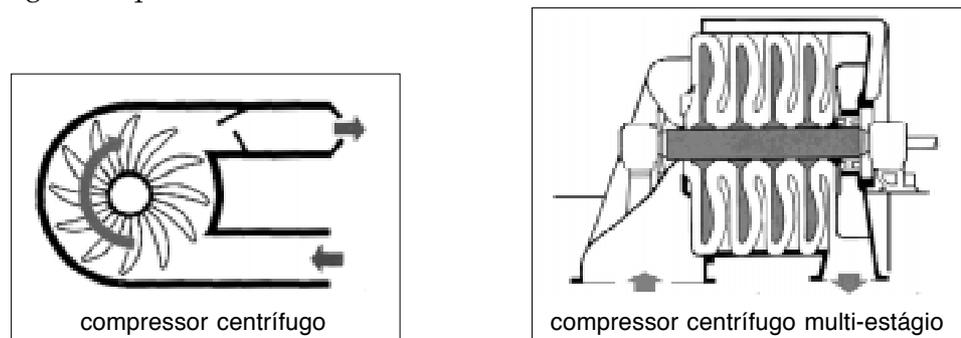
Os compressores de parafuso, por apresentarem poucas peças móveis e não apresentarem válvulas de entrada e saída e operarem com temperaturas internas relativamente baixas, não exigem muita manutenção. Praticamente isentos de vibrações, esses equipamentos têm uma longa vida útil. Para instalá-los, recomenda-se assentá-los em locais distantes de paredes e teto e em pisos de concreto nivelados .

Compressores dinâmicos

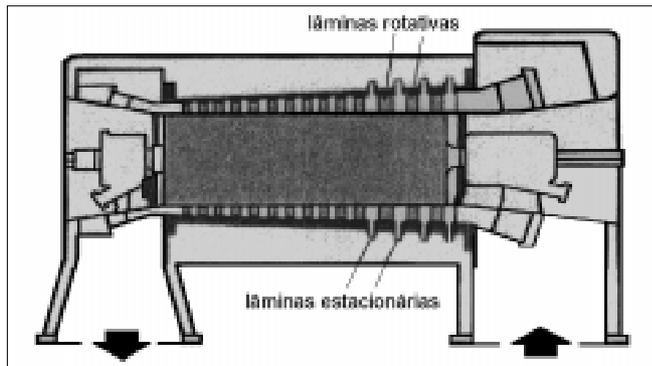
Esses compressores aceleram o ar com a utilização de um elemento rotativo, transformando velocidade em pressão no próprio elemento rotativo que empurra o ar em difusores e lâminas. São usados para grandes massas de ar e apresentam um ou mais estágios. Dentro dessa categoria de compressores, os mais utilizados são o compressor centrífugo radial e o compressor axial.

Compressor centrífugo radial – Este compressor é constituído por um rotor com pás inclinadas como uma turbina. O ar é empurrado pelo rotor por causa de sua alta rotação e lançado através de um difusor radial. Os compressores centrífugos radiais podem ter um ou mais estágios.

O uso do compressor centrífugo radial é indicado quando se necessita de uma grande quantidade de ar constante.



Compressor axial – É usado para grandes capacidades de ar e altas rotações. Cada estágio consiste de duas fileiras de lâminas, uma rotativa e outra estacionária. As lâminas rotativas do rotor transmitem velocidade ao ar, e a velocidade é transformada em pressão nas lâminas estacionárias.



Manutenção dos compressores centrífugos radiais e axiais

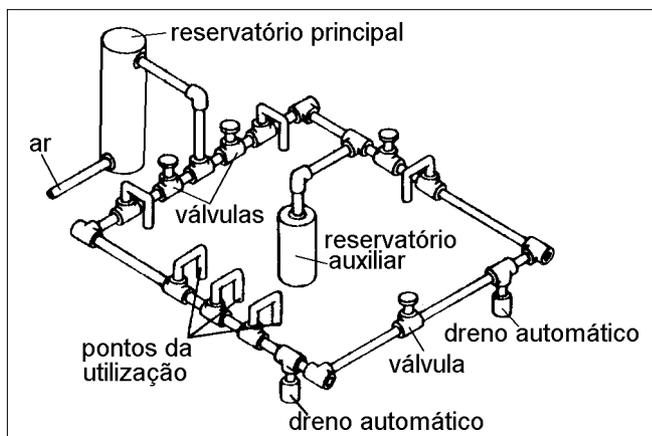
Por trabalharem em alta rotação, esses compressores devem ter uma programação que contemple os seguintes itens:

- paradas para limpeza;
- troca de rolamentos;
- troca de filtros;
- soldagem de lâminas danificadas;
- realinhamento.

Recomenda-se a parada imediata desses compressores se eles apresentarem barulhos e/ou ruídos anormais.

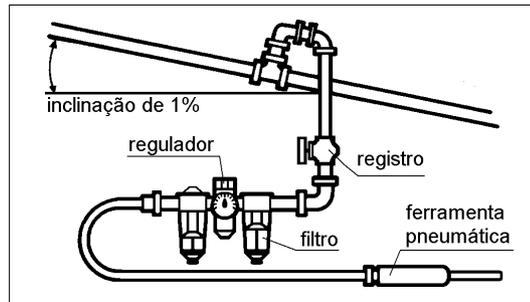
Rede de ar comprimido

Depois de comprimido e de ter passado pelo reservatório principal e secadores, o ar segue pela rede. A rede é um circuito fechado que mantém a pressão igual à pressão reinante no interior do reservatório principal.

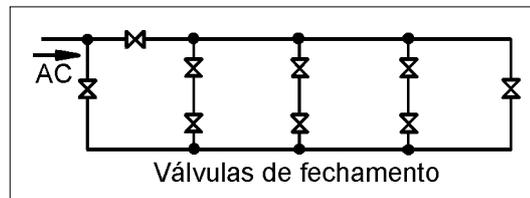


Para se construir uma rede de ar comprimido, os seguintes parâmetros deverão ser levados em consideração:

- as conexões das tubulações deverão ter raios arredondados para evitar a presença de fluxos turbulentos;
- a linha principal, em regra, deverá ter uma inclinação de aproximadamente 1% em relação ao seu comprimento;



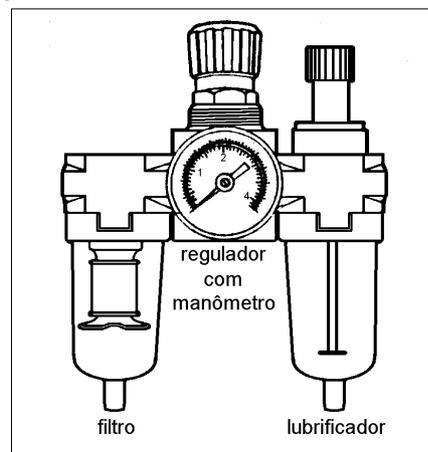
- nos pontos mais baixos deverão ser montados drenos automáticos para drenagem do condensado água-óleo;
- expansões futura da rede deverão ser previstas em projeto;
- as tomadas de ar deverão estar situadas sempre por cima da rede;
- as tubulações de ar comprimido deverão ser pintadas na cor azul;
- prever, em projeto, a construção de reservatórios auxiliares;
- as tubulações da rede deverão ser aéreas e nunca embutidas em paredes. Sendo aéreas, serão mais seguras e de fácil manutenção;
- construir a rede de forma combinada, de modo que se algum ramo tiver de ser interrompido, os demais continuem funcionando para garantir a produção. Daí a importância de válvulas ao longo do circuito.



Manutenção da rede de ar comprimido

A manutenção da rede de ar comprimido requer os seguintes passos:

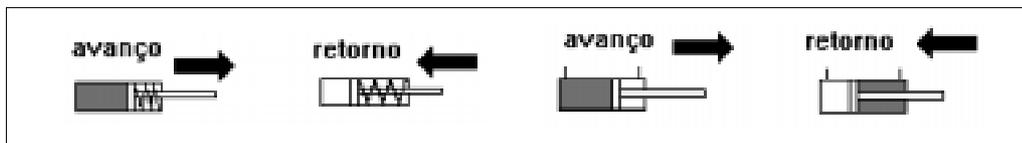
- verificar as conexões para localizar vazamentos;
- drenar a água diariamente ou de hora em hora;
- analisar se está tudo em ordem com a F.R.L (filtro, regulador e lubrificador), de instalação obrigatória na entrada de todas as máquinas pneumáticas.



Atuadores pneumáticos

Os atuadores pneumáticos se dividem em duas categorias: os lineares e os rotativos. Os lineares convertem energia pneumática em movimento linear, e os rotativos convertem energia pneumática em movimento rotativo.

Os atuadores lineares de simples efeito e de duplo efeito são os mais usuais, não importando se são cilíndricos, quadrados ou com outros formatos. Pela simbologia adotada pela ISO 1219, esses atuadores são assim representados.

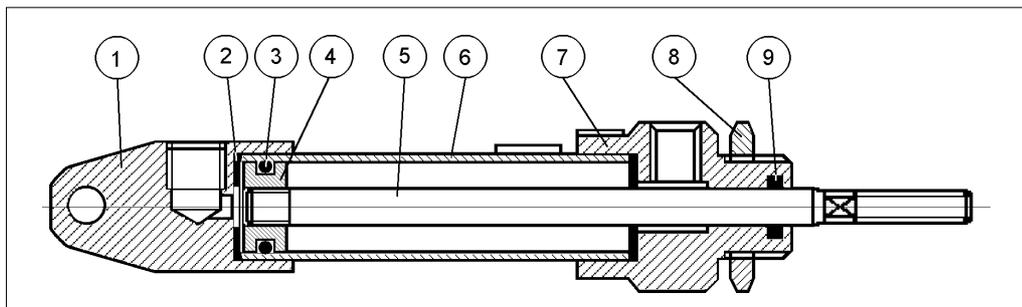


Manutenção dos atuadores em geral

Para se fazer a manutenção dos atuadores, é necessário ter em mãos os catálogos dos fabricantes. Nesses catálogos são encontrados os parâmetros de construção mais importantes para a manutenção, ou seja:

- o diâmetro interno do cilindro;
- o diâmetro da haste;
- a pressão máxima;
- a temperatura de trabalho;
- o curso mínimo e máximo;
- dados a respeito do amortecedor;
- o tipo de fluido lubrificante a ser utilizado;
- a força máxima no avanço;
- a força de retorno;
- tipos de montagem.

O exemplo a seguir, retirado do catálogo de um fabricante, mostra um atuador cilíndrico de duplo efeito. Observe seus parâmetros de construção:



01 - cabeçote traseiro: latão

02 - anel de encosto: buna - N

03 - guarnição O'ring: buna - N

04 - êmbolo: latão

05 - haste: aço SAE 1045 cromado ou aço inox

06 - tubo: latão

07 - cabeçote dianteiro: latão

08 - porca: latão

09 - guarnição O'ring: buna -N

Observação: buna - N é a denominação dada a um dos tipos de borracha sintética.

Analisada a avaria existente no cilindro, o mecânico de manutenção, de posse do catálogo, orienta-se pelo desenho e pelos parâmetros para executar os trabalhos de reparo necessários.

As avarias mais comuns nos atuadores pneumáticos são as seguintes:

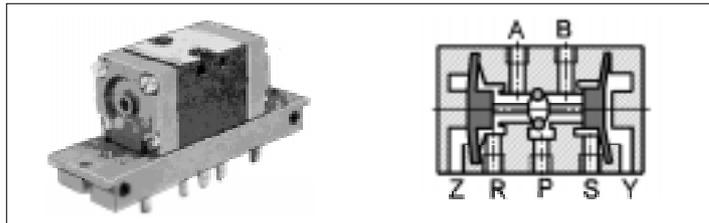
- desgaste de retentores;
- mola do cilindro fatigada;
- desgaste na camisa do atuador;

- excesso de pressão;
- respiro do cilindro de simples efeito;
- ressecamento de guarnições e retentores.

Manutenção de válvulas de controle pneumáticas

Há quatro grupos de válvulas pneumáticas: válvulas direcionais, válvulas de bloqueio, válvulas de controle de fluxo e válvulas de pressão.

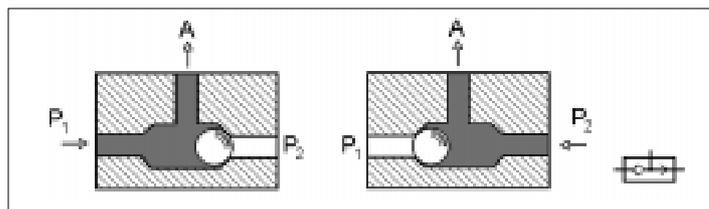
Válvulas direcionais - São as mais importantes porque orientam, com lógica, o caminho do ar comprimido dentro do sistema. As mais comuns são as de cinco vias e duas posições (5/2) e as de três vias e duas posições (3/2), ambas adaptáveis a qualquer comando de acionamento.



A manutenção básica das válvulas direcionais consiste, basicamente, em limpá-las internamente e em trocar seus anéis de borracha. Muitas vezes, por motivos de economia, é preferível trocar válvulas direcionais avariadas por válvulas novas.

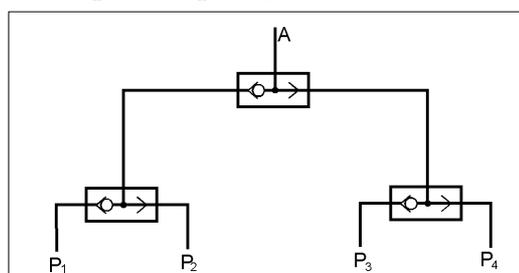
Válvulas de bloqueio - Essas válvulas bloqueiam, seguindo uma lógica de programação, o sentido de circulação do ar comprimido dentro do sistema. Na categoria de válvulas de bloqueio, as mais utilizadas são as seguintes: válvulas alternadoras, válvulas de simultaneidade ou de duas pressões e válvulas de escape rápido.

As **válvulas alternadoras** possuem duas entradas P1 e P2 e uma saída A. Entrando ar comprimido em P1, a esfera fecha a entrada P2 e o ar flui de P1 para A. Quando o ar flui de P2 para A, a entrada P1 é bloqueada.



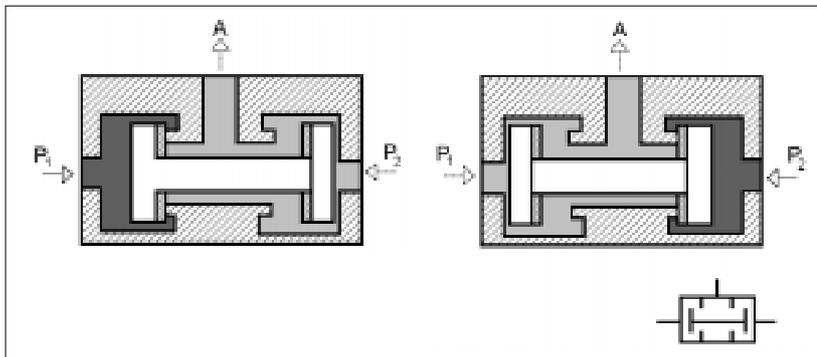
Com pressões iguais e havendo coincidência de sinais em P1 e P2, prevalecerá o sinal que chegar primeiro. Em caso de pressões diferentes, a pressão maior fluirá para A.

As válvulas alternadoras são empregadas quando há necessidade de enviar sinais de lugares diferentes a um ponto comum de comando. O diagrama a seguir mostra um exemplo de aplicação de válvulas alternadoras.

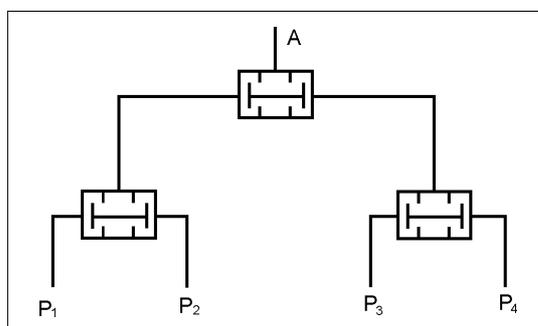


As **válvulas de simultaneidade ou de duas pressões** possuem duas entradas P1 e P2 e uma saída A. Entrando um sinal em P1 ou P2, o pistão impede o fluxo de ar para A. Existindo diferença de tempo entre sinais de entrada com a mesma pressão, o sinal atrasado vai para a saída A.

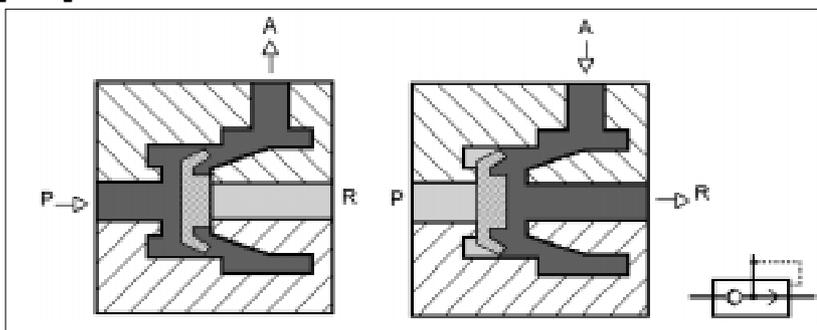
Com pressões diferentes dos sinais de entrada, a pressão maior fecha um lado da válvula e a pressão menor vai para a saída A.



O diagrama mostra um exemplo de aplicação de válvulas de simultaneidade.



Quando se necessita de movimentos rápidos do êmbolo nos cilindros, com velocidade superior àquela desenvolvida normalmente, utiliza-se a **válvula de escape rápido**.



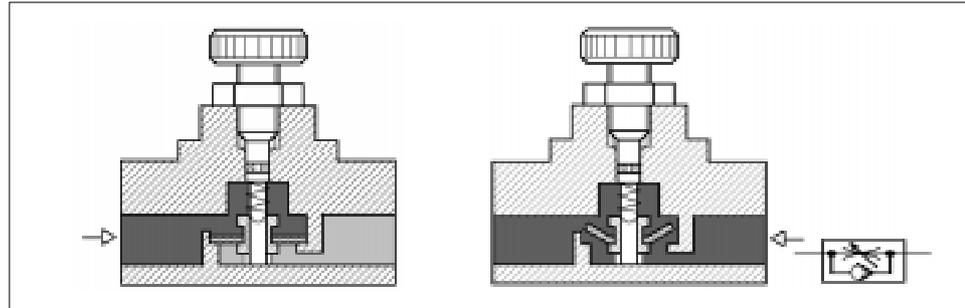
A válvula possui conexões de entrada (P), de saída (R) e de alimentação (A).

Havendo fluxo de ar comprimido em P, o elemento de vedação impede a passagem do fluxo em R e o ar flui para A.

Eliminando a pressão em P, o ar, que retorna por A, desloca o elemento de vedação contra a conexão P e provoca o bloqueio. Desta forma, o ar escapa rapidamente por R para a atmosfera. Assim, evita-se que o ar de escape seja obrigado a passar por uma canalização mais longa e de diâmetro pequeno até a válvula de comando.

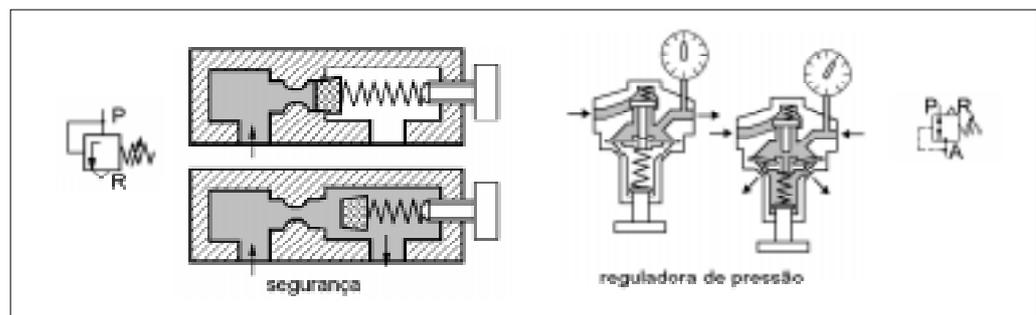
É recomendável colocar a válvula de escape rápido diretamente no cilindro ou, então, o mais próximo dele.

Válvulas de controle de fluxo – São válvulas que controlam a vazão de ar nos atuadores. Entre as válvulas de controle de fluxo, a mais usada é a **válvula de controle de fluxo unidirecional**, mostradas a seguir.



Os defeitos mais comuns que a válvula de controle de fluxo unidirecional apresenta é o desgaste da sede de fechamento e quebras nas guarnições de borracha.

Válvulas de pressão – São válvulas que funcionam a partir de uma certa pressão de regulagem. As mais utilizadas são as **válvulas de segurança** (agem no sentido da pressão limite de segurança do sistema) e as **válvulas reguladoras de pressão com escape** (agem no sentido de manter uma pressão regulável para o trabalho de uma máquina).



A manutenção das válvulas de pressão é muito importante para o sistema pneumático, pois delas depende a eficiência da pressão. Recomenda-se, além de uma limpeza semestral, limpar e trocar as guarnições e molas das válvulas de pressão.



Exercício 1

Associe a coluna **A** com a coluna **B**:

Coluna A

1. Pressão e vazão constantes, além de limpo.
2. Compressor de deslocamento positivo.
3. Atmosfera e bar.
4. Compressor dinâmico.
5. Convertem energia pneumática em movimento linear.

Coluna B

- a) () Unidades de pressão.
- b) () Atuador linear.
- c) () Compressor centrífugo radial.
- d) () Ar comprimido.
- e) () Compressor de pistão.
- f) () Válvula alternadora.

Exercício 2

Responda.

- a) Do que é constituído o ar atmosférico?
- b) Como deve se apresentar o ar comprimido antes de entrar num circuito pneumático?
- c) Qual é a faixa de pressão mais utilizada na pneumática industrial?
- d) Por que as conexões e tubos de uma rede de ar comprimido devem ser arredondados?
- e) Qual deve ser a cor das tubulações de uma rede de ar comprimido?
- f) Quais são as principais avarias que ocorrem nos atuadores pneumáticos?
- g) Entre as válvulas direcionais, as mais comuns apresentam quantas vias e quantas posições?
- h) Quais são as válvulas de bloqueio mais utilizadas?

