



Ministério
da Educação



Apostila de Pneumática

Professor Ricardo Adriano dos Santos

Sumário

<u>INTRODUÇÃO</u>	<u>4</u>
<u>PROPRIEDADES DO AR COMPRIMIDO</u>	<u>5</u>
<u>-VANTAGENS</u>	<u>5</u>
<u>-LIMITAÇÕES</u>	<u>6</u>
<u>FUNDAMENTOS FÍSICOS</u>	<u>6</u>
<u>PROPRIEDADES FÍSICAS DO AR</u>	<u>7</u>
<u>- COMPRESSIBILIDADE</u>	<u>7</u>
<u>- ELASTICIDADE</u>	<u>7</u>
<u>- DIFUSIBILIDADE</u>	<u>8</u>
<u>- EXPANSIBILIDADE</u>	<u>8</u>
<u>INSTALAÇÃO DE PRODUÇÃO</u>	<u>9</u>
<u>TIPOS DE COMPRESSORES</u>	<u>10</u>
<u>-COMPRESSOR DINAMICO DE FLUXO RADIAL</u>	<u>11</u>
<u>-COMPRESSOR DE PARAFUSO</u>	<u>12</u>
<u>-COMPRESSOR DE SIMPLES EFEITO</u>	<u>14</u>
<u>-COMPRESSOR DE DUPLO EFEITO</u>	<u>14</u>
<u>SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO DOS COMPRESSORES</u>	<u>15</u>
<u>-RESFRIAMENTO À ÁGUA</u>	<u>15</u>
<u>-RESFRIAMENTO A AR</u>	<u>16</u>
<u>PREPARAÇÃO DO AR COMPRIMIDO</u>	<u>17</u>
<u>-UMIDADE</u>	<u>17</u>
<u>DISTRIBUIÇÃO DO AR COMPRIMIDO</u>	<u>19</u>
<u>-REDE DE DISTRIBUIÇÃO DO AR COMPRIMIDO</u>	<u>19</u>
<u>UNIDADE DE CONSERVAÇÃO OU DE CONDICIONAMENTO</u>	<u>20</u>
<u>FILTRO DE AR COMPRIMIDO</u>	<u>21</u>
<u>DRENOS DOS FILTROS</u>	<u>23</u>
<u>-DRENO MANUAL</u>	<u>23</u>
<u>-DRENO AUTOMÁTICO</u>	<u>23</u>
<u>LUBRIFICADOR DE AR COMPRIMIDO</u>	<u>24</u>
<u>REGULADOR DE PRESSÃO</u>	<u>25</u>
<u>MANUTENÇÃO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO</u>	<u>27</u>
<u>ELEMENTOS PNEUMÁTICOS DE TRABALHO</u>	<u>28</u>

<u>MOVIMENTOS LINEARES</u>	<u>28</u>
<u>- CILINDROS DE SIMPLES AÇÃO</u>	<u>28</u>
<u>- CILINDROS DE DUPLA AÇÃO</u>	<u>29</u>
<u>- CILINDRO DE HASTE DUPLA</u>	<u>31</u>
<u>- CILINDRO DUPLEX CONTÍNUO OU CILINDRO TANDEM</u>	<u>32</u>
<u>- CILINDRO DE IMPACTO</u>	<u>33</u>
<u>- CILINDRO SEM HASTE</u>	<u>34</u>
<u>VÁLVULAS PNEUMÁTICAS</u>	<u>35</u>
<u>VÁLVULAS DIRECIONAIS</u>	<u>35</u>
<u>DESENVOLVIMENTO DOS SÍMBOLOS</u>	<u>36</u>
<u>IDENTIFICAÇÃO DOS ORIFÍCIOS DAS VÁLVULAS</u>	<u>37</u>
<u>- IDENTIFICAÇÃO DOS ORIFÍCIOS</u>	<u>38</u>
<u>SIMBOLOGIA DAS VÁLVULAS DIRECIONAIS</u>	<u>40</u>
<u>CADEIA DE COMANDOS</u>	<u>41</u>
<u>TIPOS DE ACIONAMENTOS</u>	<u>42</u>
<u>VÁLVULAS DE BLOQUEIO</u>	<u>44</u>
<u>- VÁLVULA DE RETENÇÃO</u>	<u>44</u>
<u>-VÁLVULA ALTERNADORA</u>	<u>44</u>
<u>- VÁLVULA DE SIMULTANEIDADE</u>	<u>45</u>
<u>-VÁLVULA DE ESCAPE RÁPIDO</u>	<u>45</u>
<u>MÉTODOS DE CONFECÇÃO DE ESQUEMAS</u>	<u>46</u>
<u>POSSIBILIDADES DE REPRESENTAÇÃO DOS MOVIMENTOS</u>	<u>46</u>
<u>- REPRESENTAÇÃO POR ORDEM CRONOLÓGICA</u>	<u>46</u>
<u>- REPRESENTAÇÃO EM FORMA DE TABELA</u>	<u>47</u>
<u>- REPRESENTAÇÃO EM FORMA VETORIAL</u>	<u>47</u>
<u>- REPRESENTAÇÃO EM FORMA ALGÉBRICA</u>	<u>47</u>
<u>- DIAGRAMA TRAJETO-PASSO</u>	<u>47</u>
<u>MÉTODO INTUITIVO</u>	<u>48</u>
<u>EXERCÍCIOS PRÁTICOS</u>	<u>50</u>
<u>EXERCÍCIOS PROPOSTOS</u>	<u>55</u>
<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	<u>58</u>

INTRODUÇÃO

O termo pneumática é derivado do grego Pneumos ou Pneuma (respiração, sopro) e é definido como a parte da Física que se ocupa da dinâmica e dos fenômenos físicos relacionados com os gases ou vácuos. É também o estudo da conservação da energia pneumática em energia mecânica, através dos respectivos elementos de trabalho.

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.

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

PROPRIEDADES DO AR COMPRIMIDO

-VANTAGENS

- Incremento da produção com investimento relativamente pequeno.
- Redução dos custos operacionais. A rapidez nos movimentos pneumáticos e a libertação do operário (homem) de operações repetitivas possibilitam o aumento do ritmo de trabalho, aumento de produtividade e, portanto, um menor custo operacional.
- Robustez dos componentes pneumáticos. A robustez inerente aos controles pneumáticos torna-os relativamente insensíveis a vibrações e golpes, permitindo que ações mecânicas do próprio processo sirvam de sinal para as diversas sequências de operação. São de fácil manutenção.
- Facilidade de implantação. Pequenas modificações nas máquinas convencionais, aliadas à disponibilidade de ar comprimido, são os requisitos necessários para implantação dos controles pneumáticos.
- Resistência a ambientes hostis. Poeira, atmosfera corrosiva, oscilações de temperatura, umidade, submersão em líquidos, raramente prejudicam os componentes pneumáticos, quando projetados para essa finalidade.
- Simplicidade de manipulação. Os controles pneumáticos não necessitam de operários superespecializados para sua manipulação.

- Segurança. Como os equipamentos pneumáticos envolvem sempre pressões moderadas, tornam-se seguros contra possíveis acidentes, quer no pessoal, quer no próprio equipamento, além de evitarem problemas de explosão.
- Redução do número de acidentes. A fadiga é um dos principais fatores que favorecem acidentes; a implantação de controles pneumáticos reduz sua incidência (liberação de operações repetitivas).

-LIMITAÇÕES

- O ar comprimido necessita de uma boa preparação para realizar o trabalho proposto: remoção de impurezas, eliminação de umidade para evitar corrosão nos equipamentos, engates ou travamentos e maiores desgastes nas partes móveis do sistema.
- Os componentes pneumáticos são normalmente projetados e utilizados a uma pressão máxima de 1723,6 kPa. Portanto, as forças envolvidas são pequenas se comparadas a outros sistemas. Assim, não é conveniente o uso de controles pneumáticos em operação de extrusão de metais. Provavelmente, o seu uso é vantajoso para recolher ou transportar as barras extrudadas.
- Velocidades muito baixas são difíceis de ser obtidas com o ar comprimido devido às suas propriedades físicas. Neste caso, recorre-se a sistemas mistos (hidráulicos e pneumáticos).
- O ar é um fluido altamente compressível, portanto, é impossível se obterem paradas intermediárias e velocidades uniformes. O ar comprimido é um poluidor sonoro quando são efetuadas exaustões para a atmosfera. Esta poluição pode ser evitada com o uso de silenciadores nos orifícios de escape.

FUNDAMENTOS FÍSICOS

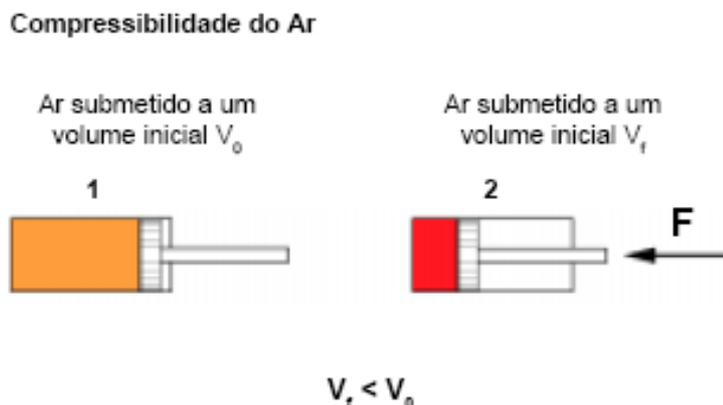
A superfície terrestre é totalmente cercada por uma camada de ar. Este ar, que é de interesse vital, é uma mistura gasosa da seguinte composição: Nitrogênio, aproximadamente 78% do volume; Oxigênio, aproximadamente 21 % do volume. Além disso, o ar contém resíduos de Dióxido de Carbono, Argônio, Hidrogênio, Neônio, Hélio, Criptônio e Xenônio.

Apesar de insípido, inodoro e incolor, percebemos o ar através dos ventos, aviões e pássaros que nele flutuam e se movimentam; sentimos também o seu impacto sobre o nosso corpo. Concluimos facilmente que o ar tem existência real e concreta, ocupando lugar no espaço.

PROPRIEDADES FISICAS DO AR

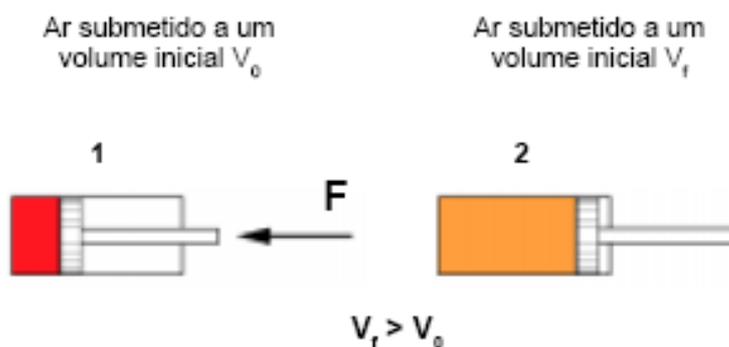
- COMPRESSIBILIDADE

O ar, assim como todos os gases, tem a propriedade de ocupar todo o volume de qualquer recipiente, adquirindo seu formato, já que não tem forma própria. Assim, podemos encerrá-lo num recipiente com volume determinado e posteriormente provocar-lhe uma redução de volume usando uma de suas propriedades - a compressibilidade. Podemos concluir que o ar permite reduzir o seu volume quando sujeito à ação de uma força exterior.



- ELASTICIDADE

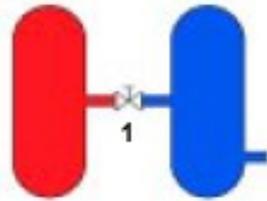
Propriedade que possibilita ao ar voltar ao seu volume inicial uma vez extinto o efeito (força) responsável pela redução do volume.



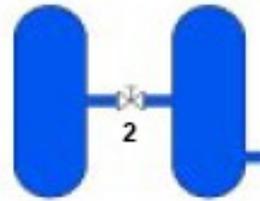
- DIFUSIBILIDADE

Propriedade do ar que lhe permite misturar-se homoganeamente com qualquer meio gasoso que não esteja saturado.

Volumes contendo ar e gases; válvula fechada



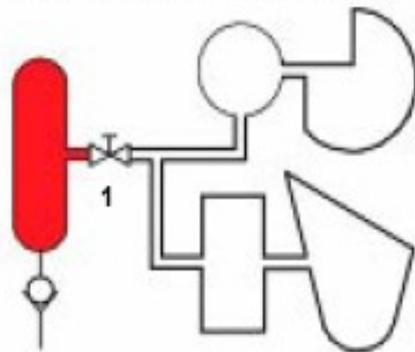
Válvula aberta temos uma mistura homogênea



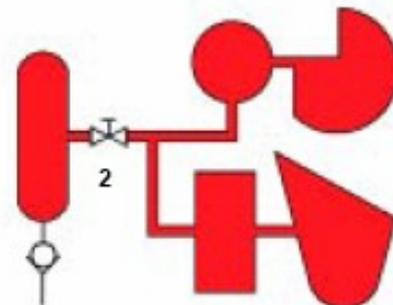
- EXPANSIBILIDADE

Propriedade do ar que lhe possibilita ocupar totalmente o volume de qualquer recipiente, adquirindo o seu formato.

Possuímos um recipiente contendo ar; a válvula na situação 1 está fechada



Quando a válvula é aberta o ar expande, assumindo o formato dos recipientes; porque não possui forma própria



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 do 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 freqüentemente mudam de local.

Já ao projetar, devem se 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.

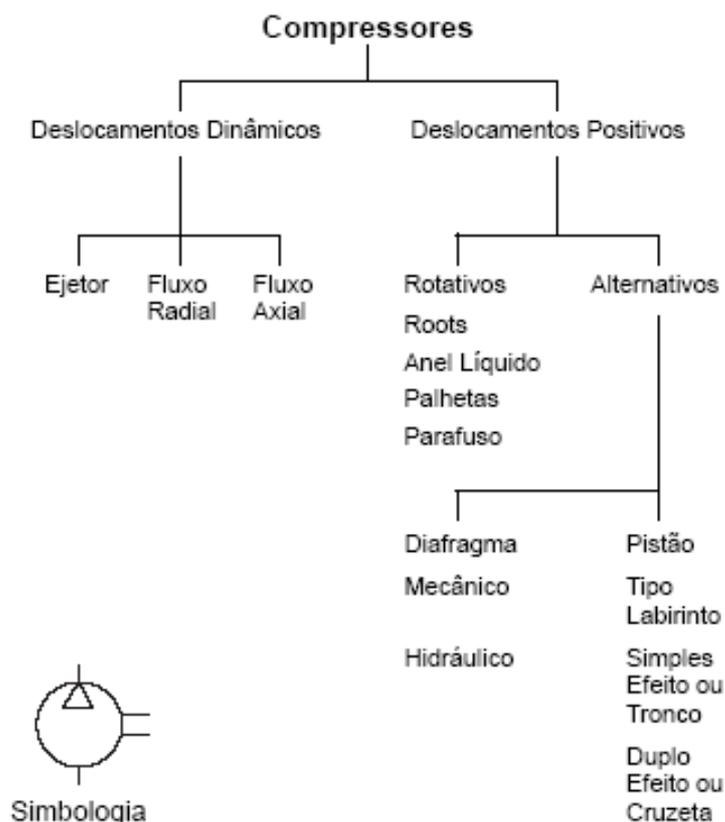
Muito importante é o grau de pureza do ar. Um ar limpo garante uma longa vida útil da instalação. A utilização correta dos diversos tipos de compressores também deve ser considerado.

TIPOS DE COMPRESSORES

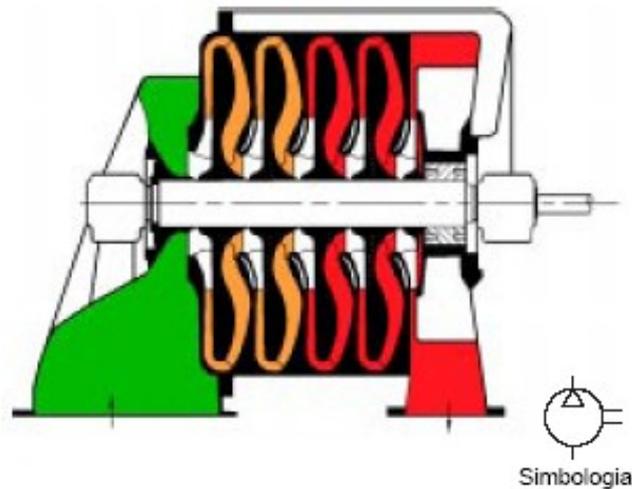
Compressores são máquinas destinadas a elevar a pressão de um certo volume de ar, admitido nas condições atmosféricas, até uma determinada pressão, exigida na execução dos trabalhos realizados pelo ar comprimido.

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 embolo ou pistão (compressores de embolo de movimento linear).

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



-COMPRESSOR DINAMICO DE FLUXO RADIAL



O ar é acelerado a partir do centro de rotação, em direção à periferia, ou seja, é admitido pela primeira hélice (rotor dotado de lâminas dispostas radialmente), axialmente, é acelerado e expulso radialmente. Quando vários estágios estão reunidos em uma carcaça única, o ar é obrigado a passar por um difusor antes de ser conduzido ao centro de rotação do estágio seguinte, causando a conversão de energia cinética em energia de pressão.

A relação de compressão entre os estágios é determinada pelo desenho da hélice, sua velocidade tangencial e a densidade do gás. O resfriamento entre os estágios, a princípio, era realizado através de camisas d'água nas paredes internas do compressor.

Atualmente, existem resfriadores intermediários separados, de grande porte, devido à sensibilidade à pressão, por onde o ar é dirigido após dois ou três estágios, antes de ser injetado no grupo seguinte. Em compressores de baixa pressão não existe resfriamento intermediário.

Os compressores de fluxo radial requerem altas velocidades de trabalho, como por exemplo 334, 550, 834 até 1667 r.p.s.. Isto implica também em um deslocamento mínimo de ar (0,1667 m³/s).

As pressões influem na sua eficiência, razão pela qual geralmente são geradores de ar comprimido. Assim, comparando-se a sua eficiência com a de um compressor de deslocamento positivo, esta seria menor. Por isso, esses compressores são empregados quando se exigem grandes volumes de ar comprimido.

-COMPRESSOR DE PARAFUSO

Este compressor é dotado de uma carcaça onde giram dois rotores helicoidais em sentidos opostos. Um dos rotores possui lóbulos convexos, o outro uma depressão côncava e são denominados, respectivamente, rotor macho e rotor

fêmea. Os rotores são sincronizados por meio de engrenagens; entretanto existem fabricantes que fazem com que um rotor acione o outro por contato direto. O processo mais comum é acionar o rotor macho, obtendo-se uma velocidade menor do rotor fêmea. Estes rotores revolvem-se numa carcaça cuja superfície interna consiste de dois cilindros ligados como um "oito".

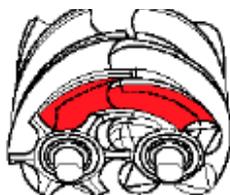
Nas extremidades da câmara existem aberturas para admissão e descarga do ar. O ciclo de compressão pode ser seguido pelas figuras a,b,c,d.



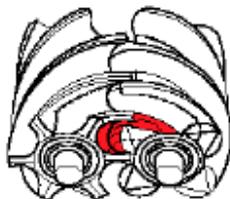
a - O ar entra pela abertura de admissão preenchendo o espaço entre os parafusos. A linha tracejada representa a abertura da descarga.



b - À medida que os rotores giram, o ar é isolado, tendo início a compressão.



c - O movimento de rotação produz uma compressão suave, que continua até ser atingido o começo da abertura de descarga.



d - O ar comprimido é suavemente descarregado do compressor, ficando a abertura de descarga selada, até a passagem do volume comprimido no ciclo seguinte.



Simbologia

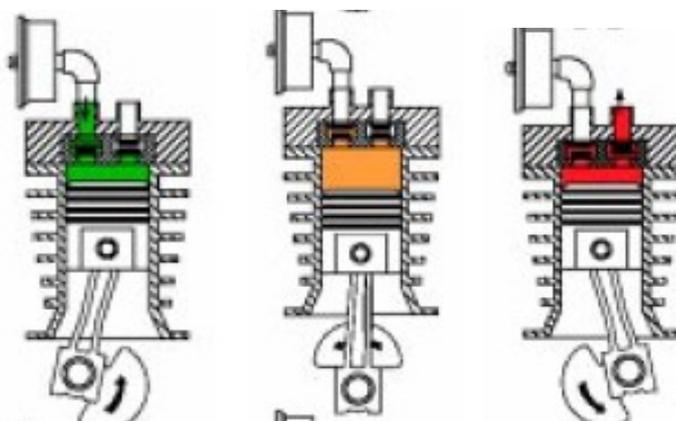
O ar à pressão atmosférica ocupa espaço entre os rotores e, conforme eles giram, o volume compreendido entre os mesmos é isolado da admissão. Em seguida, começa a decrescer, dando início à compressão. Esta prossegue até uma posição tal que a descarga é descoberta e o ar é descarregado continuamente, livre de pulsações. No tubo de descarga existe uma válvula de retenção, para

evitar que a pressão faça o compressor trabalhar como motor durante os períodos em que estiver parado.

-COMPRESSOR DE SIMPLES EFEITO

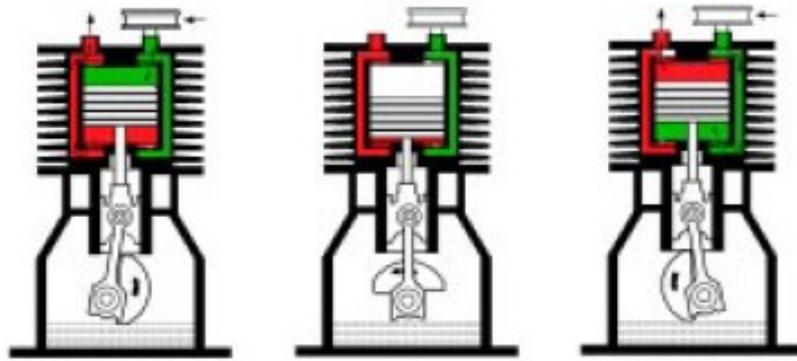
Este tipo de compressor leva este nome por ter somente uma câmara de compressão, ou seja, apenas a face superior do pistão aspira o ar e comprime; a câmara formada pela face inferior está em conexão com o carter. O pistão está ligado diretamente ao virabrequim por uma biela (este sistema de ligação é denominado tronco), que proporciona um movimento alternativo de sobe e desce ao pistão, e o empuxo é totalmente transmitido ao cilindro de compressão.

Iniciado o movimento descendente, o ar é aspirado por meio de válvulas de admissão, preenchendo a câmara de compressão. A compressão do ar tem início com o movimento da subida. Após obter-se uma pressão suficiente para abrir a válvula de descarga, o ar é expulso para o sistema.



-COMPRESSOR DE DUPLO EFEITO

Este compressor é assim chamado por ter duas câmaras, ou seja, as duas faces do êmbolo aspiram e comprimem. O virabrequim está ligado a uma cruzeta por uma biela; a cruzeta, por sua vez, está ligada ao êmbolo por uma haste. Desta maneira consegue transmitir movimento alternativo ao êmbolo, além do que, a força de empuxo não é mais transmitida ao cilindro de compressão e sim às paredes guias da cruzeta. O êmbolo efetua o movimento descendente e o ar é admitido na câmara superior, enquanto que o ar contido na câmara inferior é comprimido e expelido. Procedendo-se o movimento oposto, a câmara que havia efetuado a admissão do ar realiza a sua compressão e a que havia comprimido efetua a admissão. Os movimentos prosseguem desta maneira, durante a marcha do trabalho.



SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO DOS COMPRESSORES

Remove o calor gerado entre os estágios de compressão, visando:

- Manter baixa a temperatura das válvulas, do óleo lubrificante e do ar que está sendo comprimido (com a queda de temperatura do ar a umidade é removida).
- Aproximar a compressão da isotérmica, embora esta dificilmente possa ser atingida, devido à pequena superfície para troca de calor.
- Evitar deformação do bloco e cabeçote, devido às temperaturas.
- Aumentar a eficiência do compressor. O sistema de refrigeração compreende duas fases: Resfriamento dos cilindros de compressão e Resfriamento do Resfriador Intermediário.

Um sistema de refrigeração ideal é aquele em que a temperatura do ar na saída do resfriador intermediário é igual à temperatura de admissão deste ar. O resfriamento pode ser realizado por meio de ar em circulação, ventilação forçada e água, sendo que o resfriamento à água é o ideal porque provoca condensação de umidade; os demais não provocam condensação.

-REFRIAMENTO À ÁGUA

Os blocos dos cilindros são dotados de paredes duplas, entre as quais circula água. A superfície que exige um melhor resfriamento é a do cabeçote, pois permanece em contato com o gás ao fim da compressão. No resfriador intermediário empregam-se, em geral, tubos com aletas. O ar a ser resfriado passa em torno dos tubos, transferindo o calor para a água em circulação.

Esta construção é preferida, pois permite maior vazão e maior troca de calor. A água utilizada para este fim deve ter baixa temperatura, pressão suficiente, estar livre de impurezas e ser mole, isto é, conter pouco teor de sais de cálcio ou outras substâncias.

O processo de resfriamento se inicia, geralmente, pela circulação de água através da câmara de baixa pressão, entrando posteriormente em contato com o resfriador intermediário. Além de provocar o resfriamento do ar, uma considerável

quantidade de umidade é retida, em consequência da queda de temperatura provocada no fluxo de ar proveniente do estágio de baixa pressão.

Em seguida, a água é dirigida para a câmara de alta pressão, sendo eliminada do interior do compressor, indo para as torres ou piscinas de resfriamento. Aqui, todo o calor adquirido é eliminado da água, para que haja condições de reaproveitamento. Determinados tipos de compressores necessitam de grandes quantidades de água e, portanto, não havendo um reaproveitamento, haverá gastos. Este reaproveitamento se faz mais necessário quando a água disponível é fornecida racionalmente para usos gerais.

Os compressores refrigeradores à água necessitam atenção constante, para que o fluxo refrigerante não sofra qualquer interrupção, o que acarretaria um aumento sensível na temperatura de trabalho.

Determinados tipos de compressores possuem, no sistema de resfriamento intermediário, válvulas termostáticas, visando assegurar o seu funcionamento e protegendo-o contra a temperatura excessiva, por falta d'água ou outro motivo qualquer. O resfriamento intermediário pela circulação de água é o mais indicado.

-RESFRIAMENTO A AR

Compressores pequenos e médios podem ser, vantajosamente, resfriados a ar num sistema muito prático, particularmente em instalações ao ar livre ou onde o calor pode ser retirado facilmente das dependências. Nestes casos, o resfriamento a ar é a alternativa conveniente.

Existem dois modos básicos de resfriamento por ar :

-Circulação - os cilindros e cabeçotes, geralmente, são aletados a fim de proporcionar maior troca de calor, o que é feito por meio da circulação do ar ambiente e com auxílio de hélices nas polias de transmissão.

-Ventilação Forçada - a refrigeração interna dos cabeçotes e resfriador intermediário é conseguida através de ventilação forçada, ocasionada por uma ventoinha, obrigando o ar a circular no interior do compressor.

PREPARAÇÃO DO AR COMPRIMIDO

-UMIDADE

O ar atmosférico é uma mistura de gases, principalmente de oxigênio e nitrogênio, e contém contaminantes de três tipos básicos: água, óleo e poeira. As partículas de poeira, em geral abrasivas, e o óleo queimado no ambiente de lubrificação do compressor, são responsáveis por manchas nos produtos.

A água é responsável por outra série de inconvenientes que mencionaremos adiante. O compressor, ao admitir ar, aspira também os seus compostos e, ao comprimir, adiciona a esta mistura o calor sob a forma de pressão e temperatura, além de adicionar óleo lubrificante.

Os gases sempre permanecem em seu estado nas temperaturas e pressões normais encontradas no emprego da pneumática. Componentes com água sofrerão condensação e ocasionarão problemas. Sabemos que a quantidade de água absorvida pelo ar está relacionada com a sua temperatura e volume.

A maior quantidade de vapor d'água contida num volume de ar sem ocorrer condensação dependerá da temperatura de saturação ou ponto de orvalho a que está submetido este volume. No ar comprimido temos ar saturado. O ar estará saturado quando a pressão parcial do vapor d'água for igual à pressão de saturação do vapor d'água, à temperatura local. O vapor é superaquecido quando a pressão parcial do vapor d'água for menor que a pressão de saturação.

Enquanto tivermos a presença de água em forma de vapor normalmente superaquecido, nenhum problema ocorrerá.

Analisemos agora: um certo volume de ar está saturado com vapor d'água, isto é, sua umidade relativa é 100%; comprimimos este volume até o dobro da pressão absoluta, o seu volume se reduzirá à metade. Logicamente, isto significará que sua capacidade de reter vapor d'água também foi reduzida à metade devido ao aumento da pressão e redução do seu volume. Então o excesso de vapor será precipitado como água. Isto ocorre se a temperatura for mantida constante durante a compressão, ou seja, processo isotérmico de compressão. Entretanto, isso não acontece; verifica-se uma elevação considerável na temperatura durante a compressão.

Como foi mencionado anteriormente, a capacidade de retenção da água pelo ar está relacionada com a temperatura, sendo assim, não haverá precipitação no interior das câmaras de compressão. A precipitação de água ocorrerá quando o ar sofrer um resfriamento, seja no resfriador ou na linha de distribuição. Isto explica porque no ar comprimido existe sempre ar saturado com vapor d'água em suspensão, que se precipita ao longo das tubulações na proporção em que se resfria.

Quando o ar é resfriado à pressão constante, a temperatura diminui, então a pressão parcial do vapor será igual à pressão de saturação no ponto de orvalho. Qualquer resfriamento adicional provocará condensação da umidade.

Denomina-se Ponto de Orvalho o estado termodinâmico correspondente ao início da condensação do vapor d'água, quando o ar úmido é resfriado e a pressão parcial do vapor é constante. A presença desta água condensada nas linhas de ar, causada pela diminuição de temperatura, terá como conseqüências:

- Oxida a tubulação e componentes pneumáticos.
- Destrói a película lubrificante existente entre as duas superfícies que estão em contato, acarretando desgaste prematuro e reduzindo a vida útil das peças, válvulas, cilindros, etc.
- Prejudica a produção de peças.
- Arrasta partículas sólidas que prejudicarão o funcionamento dos componentes pneumáticos.
- Aumenta o índice de manutenção
- Impossibilita a aplicação em equipamentos de pulverização.
- Provoca golpes de ariete nas superfícies adjacentes, etc.

Portanto, é da maior importância que grande parte da água, bem como dos resíduos de óleo, seja removida do ar para evitar redução de todos os dispositivos e máquinas pneumáticas.

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 10kpa (0,1 bar). Se a queda de pressão ultrapassar este 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 de ar, cujo motivo deverá 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.

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
- a pressão de trabalho
- o número de pontos de estrangulamento na rede

-REDE DE DISTRIBUIÇÃO DO AR COMPRIMIDO

Aplicar, para cada máquina ou dispositivo automatizado, um compressor próprio, é possível somente em casos esporádicos e isolados. Onde existem vários pontos de aplicação, o processo mais conveniente e racional é efetuar a distribuição do ar comprimido situando as tomadas nas proximidades dos utilizadores.

A rede de distribuição de ar comprimido compreende todas as tubulações que saem do reservatório, passando pelo secador e que, unidas, orientam o ar comprimido até os pontos individuais de utilização.

A rede possui duas funções básicas:

1. Comunicar a fonte produtora com os equipamentos consumidores.
2. Funcionar como um reservatório para atender às exigências locais.

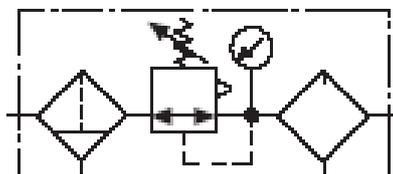
Um sistema de distribuição perfeitamente executado deve apresentar os seguintes requisitos: pequena queda de pressão entre o compressor e as partes de consumo, a fim de manter a pressão dentro de limites toleráveis em conformidade com as exigências das aplicações; não apresentar escape de ar; do contrário haveria perda de potência; apresentar grande capacidade de realizar separação de condensado. Ao serem efetuados o projeto e a instalação de uma planta qualquer de distribuição, é necessário levar em consideração certos preceitos. O não-cumprimento de certas bases é contraproducente e aumenta sensivelmente a necessidade de manutenção.

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO OU DE CONDICIONAMENTO

Após passar por todo o processo de produção, tratamento e distribuição, o ar comprimido deve sofrer um último condicionamento, antes de ser colocado para trabalhar, a fim de produzir melhores desempenhos. Neste caso, o beneficiamento do ar comprimido consiste no seguinte: filtragem, regulagem da pressão e introdução de uma certa quantidade de óleo para a lubrificação de todas as partes mecânicas dos componentes pneumáticos.

A utilização desta unidade de serviço é indispensável em qualquer tipo de sistema pneumático, do mais simples ao mais complexo. Ao mesmo tempo em que permite aos componentes trabalharem em condições favoráveis, prolonga a sua vida útil. Uma duração prolongada e funcionamento regular de qualquer componente em um circuito dependem, antes de mais nada, do grau de filtragem, da isenção de umidade, da estabilidade da pressão de alimentação do equipamento e da lubrificação das partes móveis.

Isso tudo é literalmente superado quando se aplicam nas instalações dos dispositivos, máquinas, etc., os componentes de tratamento preliminar do ar comprimido após a tomada de ar: Filtro, Válvula Reguladora de Pressão (Regulador) e Lubrificador, que reunidos formam a Unidade de Condicionamento ou Lubrefil.



Simbologia

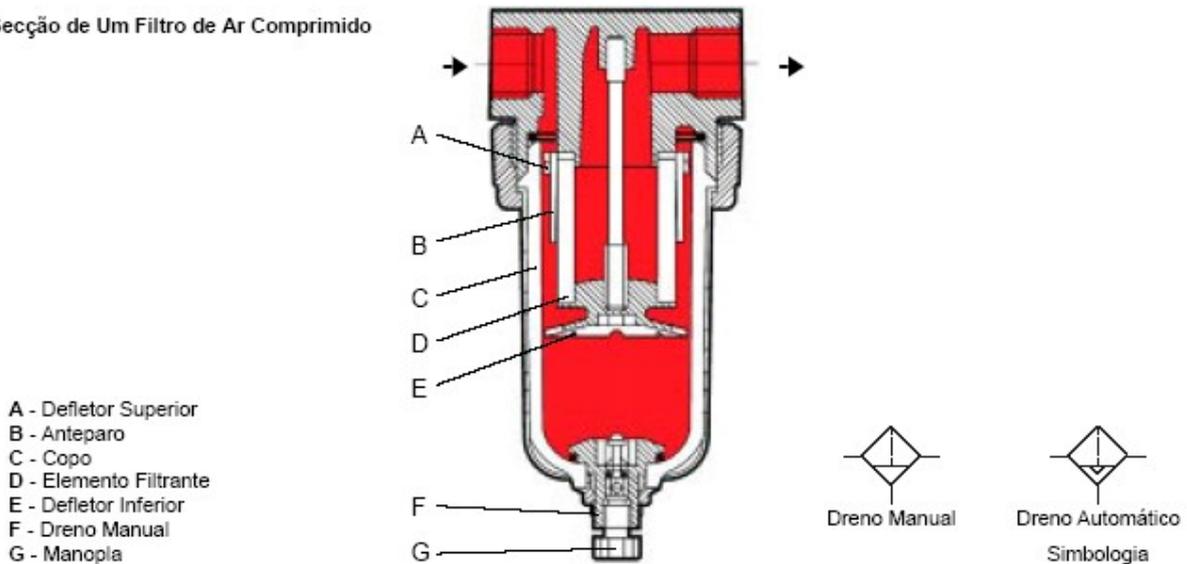
FILTRO DE AR COMPRIMIDO

O filtro de ar comprimido retém as impurezas que fluem através de si principalmente de água condensada. Ar comprimido limpo é essencial em indústrias de processamento de alimentos, eletrônica, equipamentos hospitalares e odontológicos, indústria fotográfica, fábricas de plásticos e na instrumentação. Ar limpo nessas e em outras aplicações significa mais do que apenas ar isento de contaminação por partículas sólidas. O ar utilizado nessas indústrias deve também estar isento de aerossóis de água e de óleo contaminantes, que fogem do raio de ação dos sistemas de filtragem convencionais.

O ar comprimido é conduzido através de uma chapa guia para 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 centrífuga, onde se fixam. O produto da 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.

Secção de Um Filtro de Ar Comprimido



O ar comprimido entra pelo orifício no corpo do filtro e flui através do defletor superior (A) causando uma ação de turbilhonamento no ar comprimido. A umidade e as partículas sólidas contidas no ar são jogadas contra a parede do copo (C) devido a uma ação centrífuga do ar comprimido turbilhonado pelo defletor.

Tanto a umidade quanto as partículas sólidas escorrem pela parede do copo devido à força da gravidade. O anteparo (B) assegura que a ação de turbilhonamento ocorra sem que o ar passe diretamente através do elemento filtrante.

O defletor inferior (E) separa a umidade e as partículas sólidas depositadas no fundo do copo, evitando assim a reentrada das mesmas no sistema de ar comprimido. Depois que a umidade e as maiores partículas sólidas foram removidas pelo processo de turbilhonamento, o ar comprimido flui através do elemento filtrante (D) onde as menores partículas são retidas.

O ar então retorna para o sistema, deixando a umidade e as partículas sólidas contidas no fundo do copo, que deve ser drenado antes que o nível atinja a altura onde possam retornar para o fluxo de ar.

Esta drenagem pode ser executada por um Dreno Manual (F), o qual é acionado por uma manopla (G) girando no sentido anti-horário, ou por um Dreno Automático, que libera o líquido assim que ele atinja um nível pré-determinado.

DRENOS DOS FILTROS

Drenos são dispositivos fixados na parte inferior dos copos, que servem para eliminar o condensado e as impurezas, retidos pela ação de filtragem. Podem ser manuais ou automáticos.

-DRENO MANUAL

Em presença do condensado permanece inativo, retendo-o no interior do copo. Para eliminar o condensado retido é necessária a interferência humana, que comanda manualmente a abertura de um obturador, criando uma passagem pela qual a água e as impurezas são escoadas por força da pressão do ar atuante no interior do copo. Extraídas as impurezas, o ar escapa e o obturador deve ser recolocado em sua posição inicial.

-DRENO AUTOMÁTICO

Utilizado para eliminar o condensado retido no interior do copo do filtro, sem necessidade de interferência humana. O volume de água condensada, à medida que é removido pelo filtro, acumula-se na zona neutra do interior do copo, até provocar a elevação de uma bóia.

Quando a bóia é deslocada, permite a passagem de ar comprimido através de um pequeno orifício. O ar que flui pressuriza uma câmara onde existe uma membrana; a pressão exercida na superfície da membrana cria uma força que provoca o deslocamento de um elemento obturador, que bloqueava o furo de comunicação com o ambiente.

Sendo liberada esta comunicação, a água condensada no interior do copo é expulsa pela pressão do ar comprimido. Com a saída da água, a bóia volta para sua posição inicial, vedando o orifício que havia liberado, impedindo a continuidade de pressurização da câmara onde está a membrana.

O ar que forçou o deslocamento da membrana por meio de um elemento poroso flui para a atmosfera, permitindo que uma mola recoloca o obturador na sede, impedindo a fuga do ar, reiniciando o acúmulo de condensado. Ideal para utilização em locais de difícil acesso, onde o condensado reúne-se com facilidade, etc.

LUBRIFICADOR DE AR COMPRIMIDO

Os sistemas pneumáticos e seus componentes são constituídos de partes possuidoras de movimentos relativos, estando, portanto, sujeitos a desgastes mútuos e conseqüente inutilização. Para diminuir os efeitos desgastantes e as forças de atrito, a fim de facilitar os movimentos, os equipamentos devem ser lubrificados convenientemente, por meio do ar comprimido.

Lubrificação do ar comprimido é a mescla deste com uma quantidade de óleo lubrificante, utilizada para a lubrificação de partes mecânicas internas móveis que estão em contato direto com o ar. Essa lubrificação deve ser efetuada de uma forma controlada e adequada, a fim de não causar obstáculos na passagem de ar, problemas nas guarnições etc. Além disso, esse lubrificante deve chegar a todos os componentes, mesmo que as linhas tenham circuitos sinuosos. Isso é

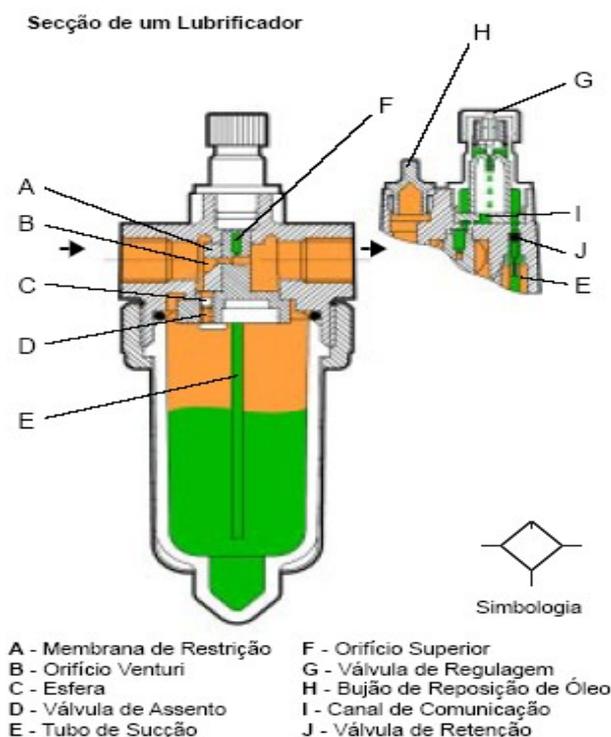
conseguido desde que as partículas de óleo permaneçam em suspensão no fluxo, ou seja, não se depositem ao longo das paredes da linha. O meio mais prático de efetuar este tipo de lubrificação é através do lubrificador.

O ar comprimido flui através do lubrificador por dois caminhos. Em baixas vazões, a maior parte do ar flui através do orifício Venturi (B) e a outra parte flui defletindo a membrana de restrição (A) e ao mesmo tempo pressuriza o copo através do assento da esfera da placa inferior.

A velocidade do ar que flui através do orifício do Venturi (B) provoca uma depressão no orifício superior (F), que, somada à pressão positiva do copo através do tubo de sucção (E), faz com que o óleo escoe através do conjunto gotejador. Esse fluxo é controlado através da válvula de regulagem (G) e o óleo goteja através da passagem (I), encontrando o fluxo de ar que passa através do Venturi (B), provocando assim sua pulverização.

Quando o fluxo de ar aumenta, a membrana de restrição (A) dificulta a passagem do ar, fazendo com que a maior parte passe pelo orifício do Venturi (B), assegurando assim que a distribuição de óleo aumente linearmente com o aumento da vazão de ar. O copo pode ser preenchido com óleo sem precisar despressurizar a linha de ar, devido à ação da esfera (C).

Quando o bujão de enchimento (H) é retirado, o ar contido no copo escapa para a atmosfera e a esfera (C) veda a passagem de ar para o copo, evitando assim sua pressurização. Ao recolocar o bujão, uma pequena porção de ar entra no copo e quando este estiver totalmente pressurizado a lubrificação volta ao normal.



REGULADOR DE PRESSÃO

Os reguladores foram projetados para proporcionar uma resposta rápida e uma regulação de pressão acurada para o maior número de aplicações industriais. O uso do diafragma especialmente projetado resulta em um aumento significativo da vida útil do regulador, proporcionando baixos custos de manutenção. Suas principais características são:

- Resposta rápida e regulação precisa, devido a uma aspiração secundária e a válvula de assento incorporado.
- Grande capacidade de reversão de fluxo.
- Diafragma projetado para proporcionar um aumento da vida útil do produto.
- Dois orifícios destinados a manômetro que podem ser usados como orifícios de saída.
- Fácil manutenção.

O ar comprimido entra por (P) e pode sair por (P' apenas se a válvula de assento estiver aberta. A secção de passagem regulável está situada abaixo da válvula de assento (C). Girando totalmente a manopla (D) no sentido anti-horário (mola sem compressão), conjunto da válvula de assento (C) estará fechado.

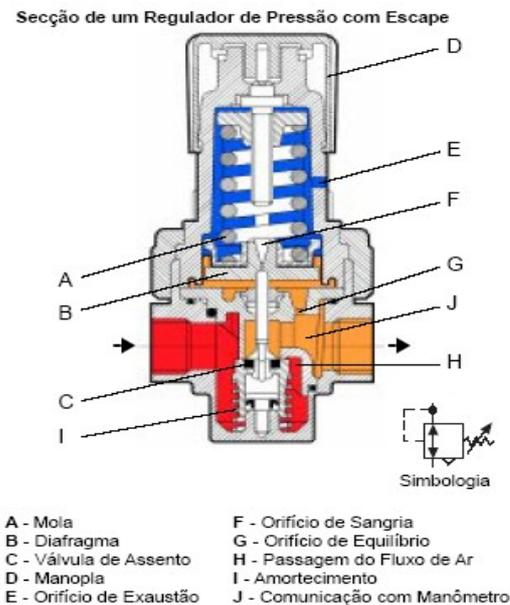
Girando a manopla no sentido horário, aplica-se uma carga numa mola calibrada de regulação (A) fazendo com que o diafragma (B) e a válvula de assento (C) se desloquem para baixo, permitindo a passagem do fluxo de ar comprimido para a utilização (H).

A pressão sobre o diafragma (B) está balanceada através do orifício de equilíbrio (G) quando o regulador está em operação. A pressão secundária, ao exceder a pressão regulada, causará, por meio do orifício (G), ao diafragma (B), um movimento ascendente contra a mola de regulação (A), abrindo o orifício de sangria (F) contido no diafragma. O excesso de ar é jogado para atmosfera através de um orifício (E) na tampa do regulador (somente para reguladores com sangria).

Portanto, uma saída de pressão pré-regulada é um processo de abre-fechar da válvula de assento (C), que poderia causar certa vibração. Isso é evitado porque certos reguladores são equipados por um amortecimento (I) à mola ou ao ar comprimido.

O dispositivo autocompensador (C-J) permite montar o regulador em qualquer posição, e confere ao equipamento um pequeno tempo de resposta. A pressão de saída é alterada pela atuação sobre a manopla de regulação, não importa se é para decréscimo - quando a pressão secundária regulada é maior, o ar excedente desta regulação é automaticamente expulso para o exterior através do orifício (F) até a pressão desejada ser atingida - ou acréscimo - o aumento

processa-se normalmente atuando-se a manopla e comprimindo-se a mola (A) da forma já mencionada; através de um manômetro (J) registram-se as pressões secundárias reguladas.



MANUTENÇÃO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

São necessários os seguintes serviços freqüentes de manutenção:

- 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.
- Regulador de pressão: Na existência de um filtro de ar comprimido antes do regulador, este não necessita de manutenção.
- 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.

ELEMENTOS PNEUMÁTICOS DE TRABALHO

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 (simples ação ou dupla ação) e os movimentos rotativos pelos motores pneumáticos de giro contínuo e cilindros rotativos de giro limitado.

MOVIMENTOS LINEARES

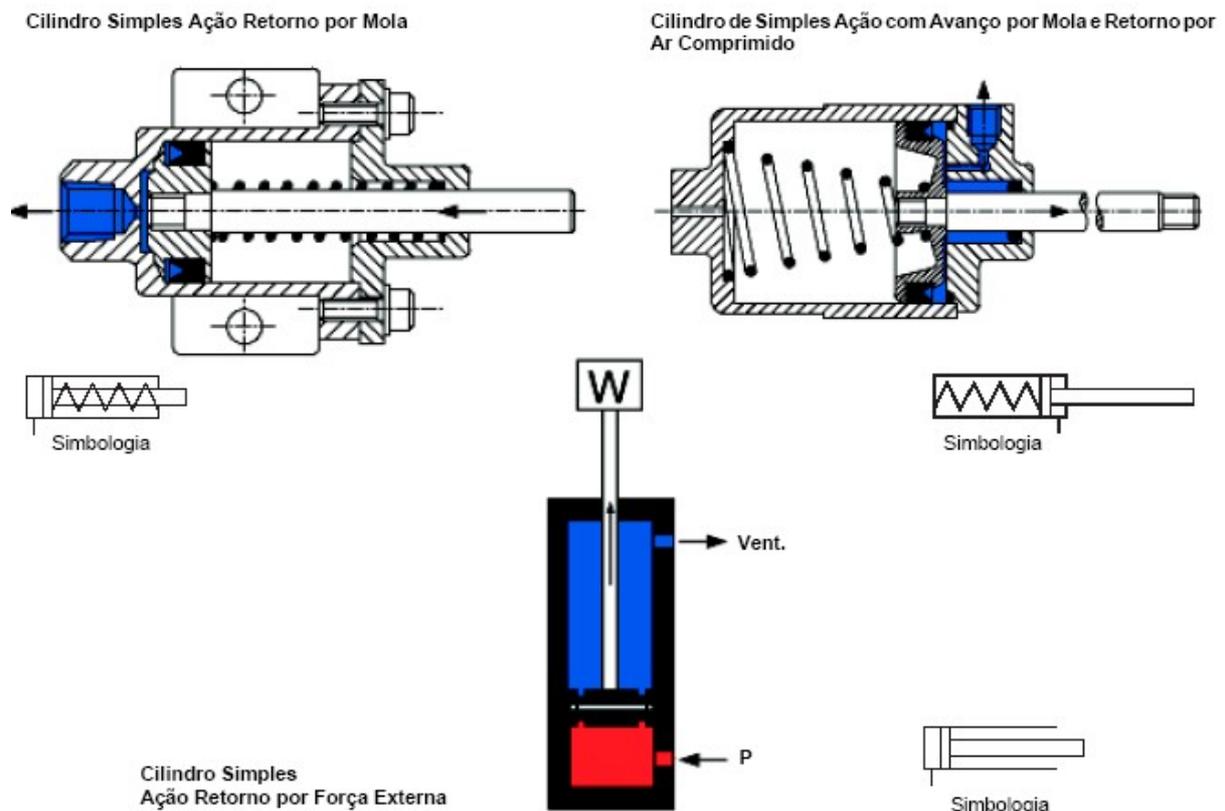
- CILINDROS DE SIMPLES AÇÃO

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 uma força externa devidamente aplicada. Para o cilindro de simples ação com retorno por mola, a força da mola é calculada apenas para que se possa repor o embolo do cilindro à 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 100 mm. Os cilindros de simples ação são especialmente utilizados com 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 o 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 DUPLA AÇÃO

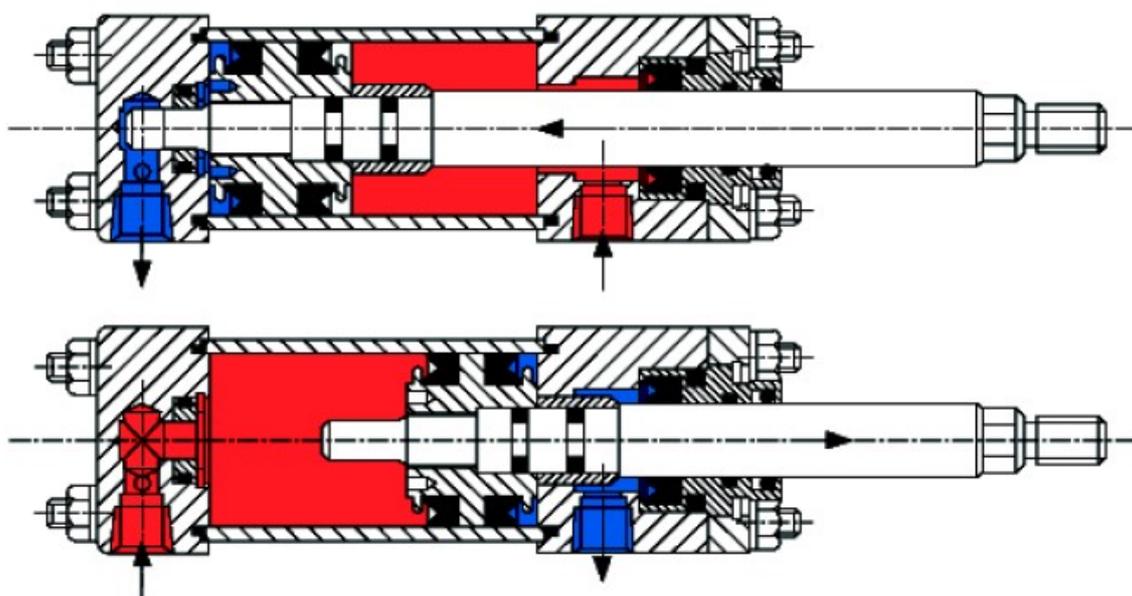
Os cilindros de dupla ação realizam trabalho recebendo ar comprimido em ambos os lados. Desta forma, realizam trabalho tanto no movimento de avanço como no movimento de retorno. Um sistema de comando adequado permite ao ar comprimido atingir uma camara de cada vez, exaurindo o ar retido na camara oposta.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

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

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 de 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 embolo de amortecimento interrompe o escape direto do ar, deixando somente uma pequena passagem geralmente regulável.

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

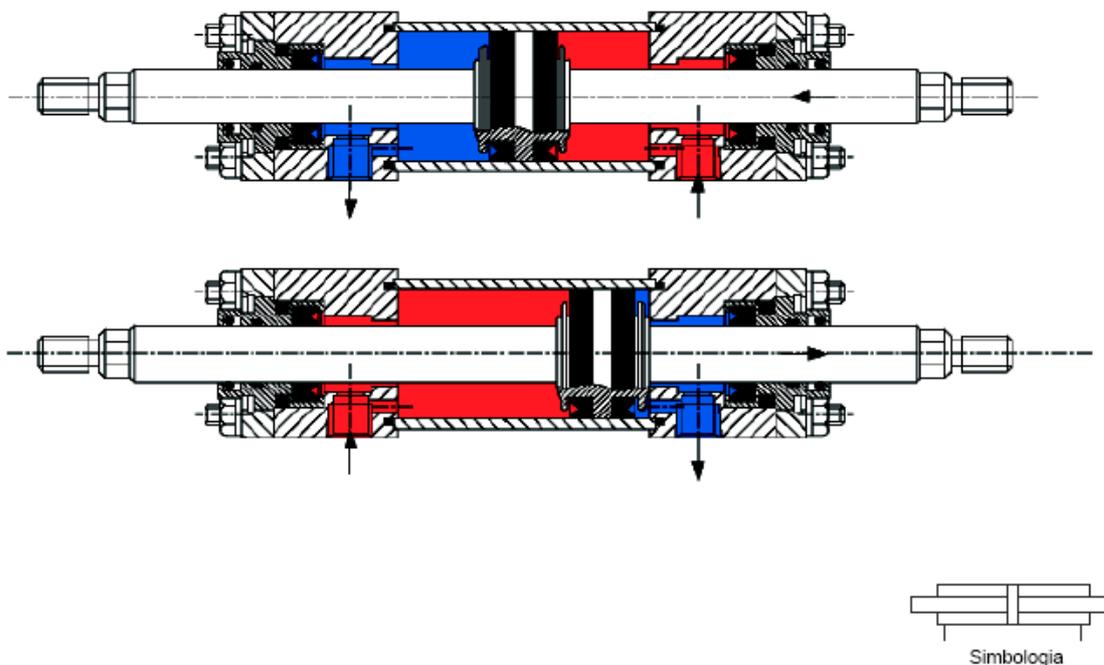


Simbologia

- CILINDRO DE HASTE DUPLA

Este tipo de cilindro (D.A.) de haste dupla vem encontrando grandes aplicações na indústria. Possui duas hastes unidas ao mesmo êmbolo. Enquanto uma das hastes realiza trabalho, a outra pode ser utilizada no comando de fins de curso ou dispositivos que não possam ser posicionados ao longo da oposta.

Apresentam ainda a possibilidade de variação do curso de avanço, o que é bastante favorável, principalmente em operações de usinagem. As duas faces do êmbolo possuem geralmente a mesma área, o que possibilita transmitir forças iguais em ambos os sentidos de movimentação. Apresenta dois mancais de guia, um em cada cabeçote, oferecendo mais resistência a cargas laterais, que podem ser causadas pela aplicação, bem como melhor alinhamento. De acordo com o dispositivo em que for adaptado, este cilindro pode apresentar uma série de outras aplicações. Pode ser fixado pelas extremidades das hastes, deixando o corpo livre, ou fixado pelo corpo, permitindo que as hastes se desloquem. Como exemplo típico, considera-se o caso da automação de mesas de máquinas operatrizes e máquinas de injeção.

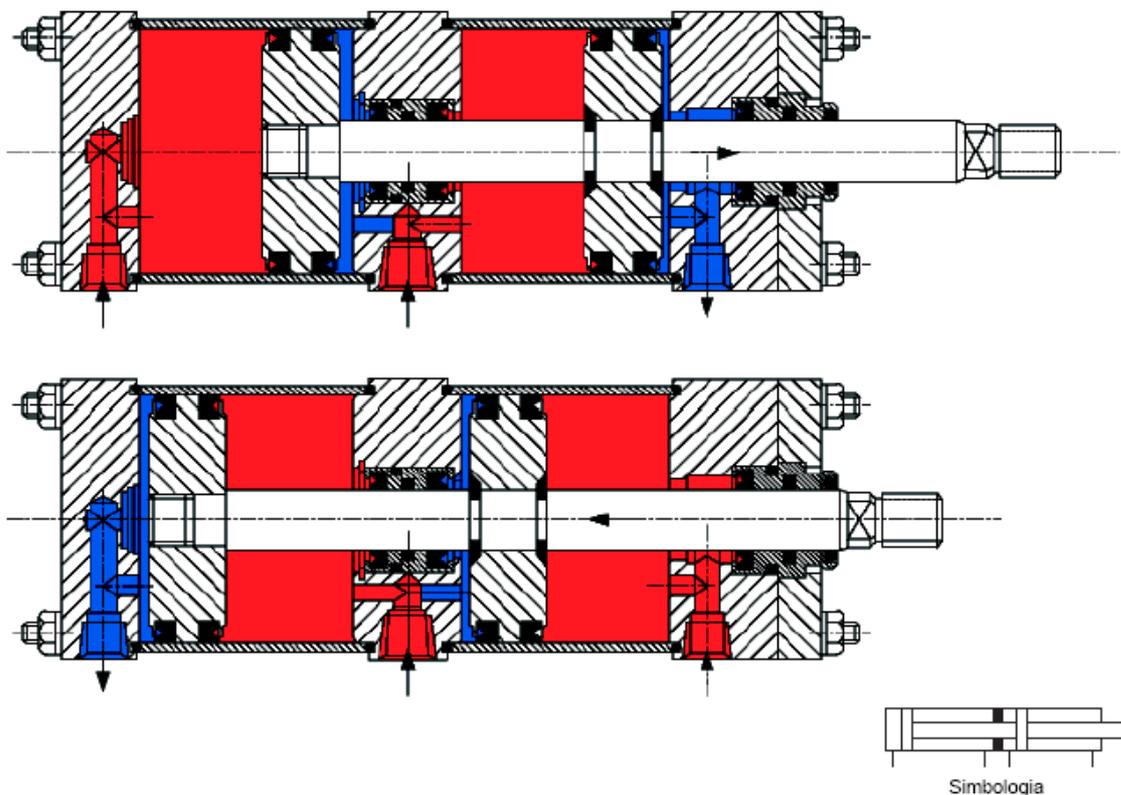


- CILINDRO DUPLEX CONTÍNUO OU CILINDRO TANDEM

Dotado de dois êmbolos unidos por uma haste comum, separados entre si por meio de um cabeçote intermediário, possui entradas de ar independentes. Devido à sua forma construtiva, dois cilindros (de Dupla Ação) em série numa mesma camisa, com entradas de ar independentes, ao ser injetado ar comprimido simultaneamente nas duas câmaras, no sentido de avanço ou retorno, ocorre atuação sobre as duas faces do êmbolo, de tal modo que a força produzida é a

somatória das forças individuais de cada êmbolo. Isto permite dispor de maior força, tanto no avanço como no retorno.

Aplicado em casos onde se necessitam maiores forças, porém não dispendo de espaço para comportar um cilindro de diâmetro maior, e não pode elevar muito a pressão de trabalho - a sua aplicação podendo superar o problema. Em sistemas de sincronismo de movimentos é muito empregado; as câmaras intermediárias são preenchidas com óleo. Quando da sua utilização, deve-se levar em consideração o seu comprimento, que é maior. Há necessidade, portanto, de profundidades ou vãos diferentes para seu posicionamento, principalmente em função do curso desejado.



- CILINDRO DE IMPACTO

Recebe esta denominação devido à força a ser obtida pela transformação de energia cinética. É um cilindro de dupla ação especial com modificações.

- Dispõe internamente de uma pré-câmara (reservatório).
- O êmbolo, na parte traseira, é dotado de um prolongamento.
- Na parede divisória da pré-câmara, existem duas válvulas de retenção. Estas modificações permitem que o cilindro desenvolva impacto, devido à alta energia cinética obtida pela utilização da pressão imposta ao ar.

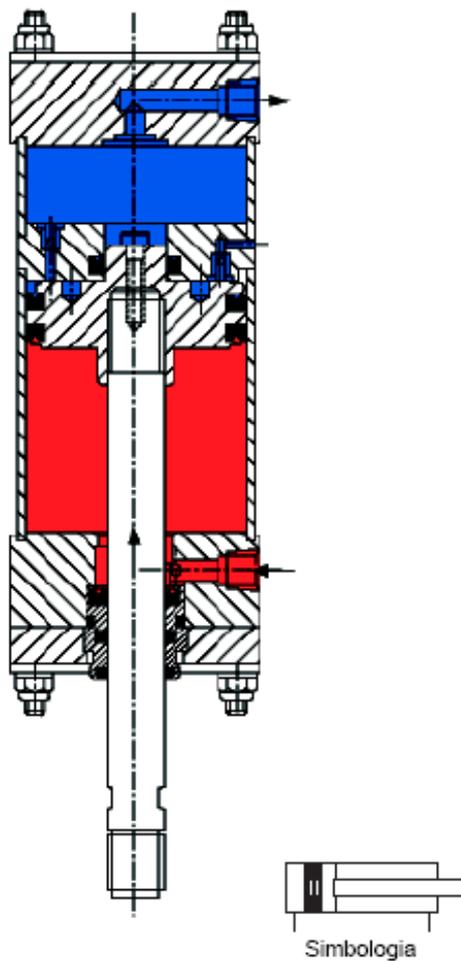
Assim, um cilindro de impacto com diâmetro de 102 mm, acionado por uma pressão de 700 kPa, desenvolve uma força de impacto equivalente a 35304 N, enquanto que um cilindro normal, de mesmo diâmetro e de mesma pressão, atinge somente 5296 N. Ao ser comandado, o ar comprimido enviado ao cilindro é retido inicialmente e acumulado na pré-câmara interna, atuando sobre a pequena área da secção do prolongamento do êmbolo.

Quando a pressão do pistão atinge um valor suficiente, inicia-se o deslocamento do pistão. Este avança lentamente até que, em determinado instante, o prolongamento do êmbolo se desaloja da parede divisória e permite que todo o ar armazenado escoe rapidamente, atuando sobre a área do êmbolo.

No instante em que ocorre a expansão brusca do ar, o pistão adquire velocidade crescente até atingir a faixa onde deverá ser melhor empregado. O impacto é produzido através da transformação da energia cinética fornecida ao pistão, acrescida da ação do ar comprimido sobre o êmbolo.

Quando se necessitam de grandes forças durante curtos espaços de tempo, como é o caso de rebitagens, gravações, cortes etc., este é o equipamento que melhor se adapta. No entanto, ele não se presta a trabalhos com grandes deformações. Sua velocidade tende a diminuir após certo curso, em razão da resistência oferecida pelo material ou pela existência de amortecimento no cabeçote dianteiro.

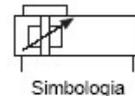
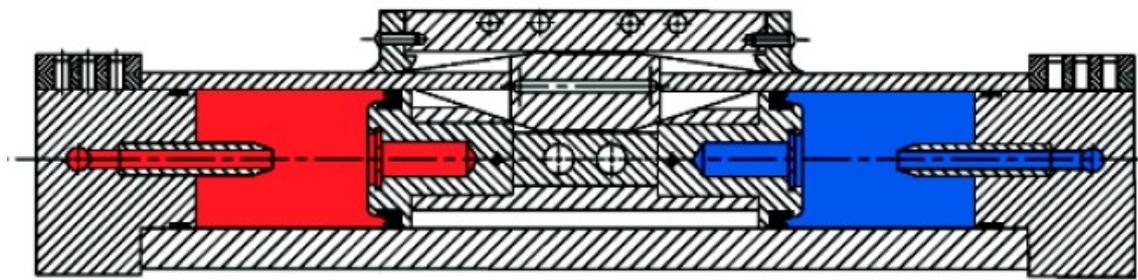
As duas válvulas de retenção já mencionadas possuem funções distintas. Uma delas tem por função permitir que o cilindro retorne totalmente à posição inicial; o prolongamento do êmbolo veda a passagem principal do ar. A outra válvula permite que a pressão atmosférica atue sobre o êmbolo, evitando uma soldagem entre a parede divisória e o êmbolo, devido à eliminação quase que total do ar entre os dois, o que tenderia à formação de um vácuo parcial.



- CILINDRO SEM HASTE

O cilindro sem haste é constituído de um êmbolo que desliza livremente no interior da camisa do cilindro. No lado externo à camisa temos um cursor que desliza junto com o êmbolo. A força que faz com que o cursor externo deslize juntamente com o êmbolo, é obtida através de um pacote de imãs situado na face interna do 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%.



VÁLVULAS PNEUMÁTICAS

Os cilindros pneumáticos, componentes para máquinas de produção, para desenvolverem suas ações produtivas, devem ser alimentados ou descarregados convenientemente, no instante em que desejarmos, ou de conformidade com o sistema programado.

Portanto, basicamente, de acordo com seu tipo, as válvulas servem para orientar os fluxos de ar, impor bloqueios, controlar suas intensidades de vazão ou pressão. Para facilidade de estudo, as válvulas pneumáticas foram classificadas nos seguintes grupos:

- Válvulas de Controle Direcional
- Válvulas de Bloqueio (Anti-Retorno)
- Válvulas de Controle de Fluxo
- Válvulas de Controle de Pressão

Cada grupo se refere ao tipo de trabalho a que se destina mais adequadamente.

VÁLVULAS DIRECIONAIS

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

Têm por função orientar a direção que o fluxo de ar deve seguir, a fim de realizar um trabalho proposto. Para um conhecimento perfeito de uma válvula direcional, deve-se levar em conta os seguintes dados:

- Posição Inicial
- Número de Posições
- Número de Vias
- Tipo de Acionamento (Comando)
- Tipo de Retorno
- Vazão

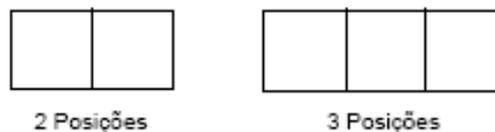
Para a representação das válvulas direcionais nos circuitos pneumáticos utilizamos simbologia normalizada conforme norma DIN ISSO 1219. Esta norma nos dá a função da válvula e não considera a construção da mesma.

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

DESENVOLVIMENTO DOS SÍMBOLOS

As válvulas direcionais são sempre representadas por um retângulo. Este retângulo é dividido em quadrados. O número de quadrados representados na simbologia é igual ao número de posições da válvula, representando a quantidade de movimentos que executa através de acionamentos.

Número de posições é a quantidade de manobras distintas que uma válvulas direcional pode executar ou permanecer sob a ação de seu acionamento. Nestas condições, a torneira, que é uma válvula, tem duas posições: ora permite passagem de água, ora não permite.

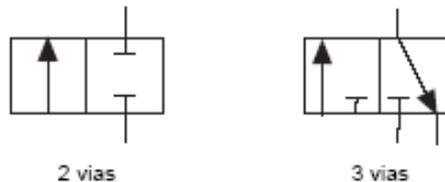


O número de vias é o número de conexões de trabalho que a válvula possui. São consideradas como vias a conexão de entrada de pressão, conexões de utilização e as de escape. Para fácil compreensão do número de vias de uma válvula de controle direcional podemos também considerar que:

↑ = Passagem = 02 vias

T = Bloqueio = 01 via

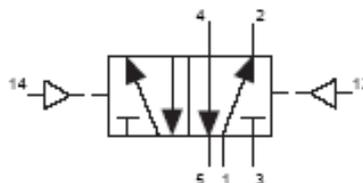
Uma regra prática para a determinação do número de vias consiste em separar um dos quadrados (posição) e verificar quantas vezes o(s) símbolo(s) interno(s) toca(m) os lados do quadro, obtendo-se, assim, o número de orifícios e em correspondência o número de vias. Preferencialmente, os pontos de conexão deverão ser contados no quadro da posição inicial.



IDENTIFICAÇÃO DOS ORIFÍCIOS DAS VÁLVULAS

As identificações dos orifícios de uma válvula pneumática, reguladores, filtros etc., têm apresentado uma grande diversificação de indústria para indústria, sendo que cada produtor adota seu próprio método, não havendo a preocupação de utilizar uma padronização universal. Em 1976, o CETOP - Comitê Europeu de Transmissão Óleo-Hidráulica e Pneumática, propôs um método universal para a identificação dos orifícios aos fabricantes deste tipo de equipamento. O código, apresentado pelo CETOP, vem sendo estudado para que se torne uma norma universal através da Organização Internacional de Normalização - ISO. A finalidade do código é fazer com que o usuário tenha uma fácil instalação dos componentes, relacionando as marcas dos orifícios no circuito com as marcas contidas nas válvulas, identificando claramente a função de cada orifício.

Essa proposta é numérica, conforme mostra.



- IDENTIFICAÇÃO DOS ORIFÍCIOS

Nº 1 - alimentação: orifício de suprimento principal.

Nº 2 - utilização, saída: orifício de aplicação em válvulas de 2/2, 3/2 e 3/3.

Nºs 2 e 4 - utilização, saída: orifícios de aplicação em válvulas 4/2, 4/3, 5/2 e 5/3.

Nº 3 - escape ou exaustão: orifícios de liberação do ar utilizado em válvulas 3/2, 3/3, 4/2 e 4/3.

Nºs 3 e 5 - escape ou exaustão: orifício de liberação do ar utilizado em válvulas 5/2 e 5/3. Orifício número 1 corresponde ao suprimento principal; 2 e 4 são aplicações; 3 e 5 escapes.

Orifícios de pilotagem são identificados da seguinte forma: 10, 12 e 14. Estas referências baseiam-se na identificação do orifício de alimentação 1.

Nº 10 - indica um orifício de pilotagem que, ao ser influenciado, isola, bloqueia, o orifício de alimentação.

Nº 12 - liga a alimentação 1 com o orifício de utilização 2, quando ocorrer o comando.

Nº 14 - comunica a alimentação 1 com o orifício de utilização 4, quando ocorrer a pilotagem.

Quando a válvula assume sua posição inicial automaticamente (retorno por mola, pressão interna) não há identificação no símbolo.

Em muitas válvulas, a função dos orifícios é identificada literalmente. Isso se deve principalmente às normas DIN (DEUTSCHE NORMEN), que desde março de 1996 vigoram na Bélgica, Alemanha, França, Suécia, Dinamarca, Noruega e outros países. Segundo a Norma DIN 24.300, Blatt 3, Seite 2, Nr. 0.4. de março de 1966, a identificação dos orifícios é a seguinte:

Linha de trabalho (utilização): A, B, C

Conexão de pressão (alimentação): P

Escape ao exterior do ar comprimido utilizado pelos equipamentos pneumáticos (escape, exaustão): R, S, T

Drenagem de líquido: L

Linha para transmissão da energia de comando (linhas de pilotagem): X, Y, Z

Os escapes são representados também pela letra E, seguida da respectiva letra que identifica a utilização (normas N.F.P.A.) Exemplo : EA - significa que o orifícios em questão são a exaustão do ponto de utilização A. EB - escape do a utilizado pelo orifício B. A letra D, quando utilizada, representa orifício de escape do ar de comando interno.

Orifício Norma DIN 24300			Norma ISO 1219			
Pressão	P			1		
Utilização	A	B	C	2	4	6
Escape	R	S	T	3	5	7
Pilotagem	X	Y	Z	10	12	14

SIMBOLOGIA DAS VÁLVULAS DIRECIONAIS

<p>Válvula de Controle Direcional sem Estrangulamento</p> <p>Designação: a Primeira Cifra da Designação Indica o nº de Vias (excluindo-se os orifícios de pilotagem), a Segunda Cifra Indica o Número de Posições, Ex.:</p> <p style="text-align: center;">3/2</p> <p style="text-align: center;"> </p> <p>Nº de Vias V.C.D 2/2</p> <p>Nº Posições</p> <p>V.C.D 2/2 N.F.</p> <p>V.C.D 2/2 N.A.</p> <p>V.C.D 3/2</p> <p>V.C.D 3/2 N.F.</p> <p>V.C.D 3/2 N.A.</p> <p>V.C.D 4/2</p>	<p>É a mais importante. A válvula é provida de várias posições distintas e caracterizadas por cada quadrado.</p> <p>Símbolo básico para uma válvula de controle direcional de 2 posições.</p> <p>Símbolo básico para uma válvula de controle direcional de 3 posições.</p> <p>Representação facultativa de passagem a um estado intermediário entre duas posições distintas; o quadrado é delimitado por 3 linhas interrompidas. O símbolo básico para a válvula de controle direcional indica 2 posições distintas e uma intermediária de passagem, 3 no total.</p> <p>Dotada de 2 orifícios: pressão e utilização e duas posições distintas.</p> <p>Válvula de controle direcional de 2 vias, 2 posições, normalmente fechada.</p> <p>Válvula de controle direcional de 2 vias, 2 posições, normalmente aberta.</p> <p>Dotadas de 3 orifícios, pressão, escape, utilização e duas posições distintas.</p> <p>Válvula de controle direcional de 3 vias, 2 posições, normalmente fechada.</p> <p>Válvula de controle direcional de 3 vias, 2 posições, normalmente aberta.</p> <p>Válvula de controle direcional de 4 vias, 2 posições. Válvula com 4 orifícios, pressão, escape, 2 utilizações e 2 posições distintas.</p>	
--	---	------------------------------

V.C.D 5/2	Válvula de controle direcional de 5 vias, 2 posições. Válvula com 5 orifícios, pressão, 2 escapes, 2 utilizações e 2 posições distintas.	
V.C.D 3/3 C.F.	Válvula de controle direcional de 3 vias, 3 posições. Centro fechado.	
V.C.D 4/3 C.F.	Válvula de controle direcional de 4 vias, 3 posições. Centro fechado.	
V.C.D 5/3 C.F.	Válvula de controle direcional de 5 vias, 3 posições. Centro fechado.	
V.C.D 5/3 C.A.N.	Válvula de controle direcional de 5 vias, 3 posições. Centro aberto positivo.	

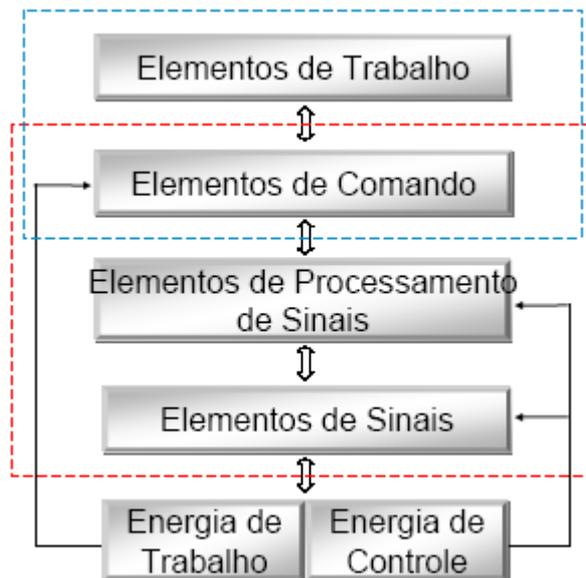
CADEIA DE COMANDOS

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.

A disposição gráfica dos diferentes elementos é análoga a representação esquemática da cadeia de comando, ou seja, o fluxo de sinais é de baixo para cima. A alimentação é um fator muito importante e deve ser bem representada. É recomendável representar elementos necessários a 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 assinalando os diferentes elementos por meio da simbologia simplificada.



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 ou came) é o mais indicado.

<p>Acionamentos Manuais (Controles Musculares)</p> <p>Por Botão</p> <p>Por Alavanca</p> <p>Por Pedal</p>	<p>Símbolo geral (sem indicação do tipo de acionamento).</p>	
<p>Acionamentos Mecânicos</p> <p>Por Came, Apalpador ou Pino</p> <p>Por Mola</p> <p>Por Rolete</p> <p>Por Rolete Operando Somente em um Sentido</p>	<p>Gatilho, rolete escamoteável.</p>	

Acionamentos Elétricos		
Por Solenóide	Com uma bobina.	
Por Solenóide	Com 2 bobinas agindo em sentidos contrários.	
Por Motor Elétrico		

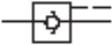
Acionamentos Pneumáticos por Aplicação ou Alívio de Pressão		
Acionamento Direto		
Por Aplicação de Pressão (Piloto Positivo)		
Por Alívio de Pressão (Piloto Negativo por Despressurização)		
Por Diferencial de Áreas	No símbolo, o retângulo maior representa o sinal prioritário.	
Acionamento Indireto ou Prévio		
Por Alívio de Pressão		
Parte de Controle Interno	As passagens de comando estão situadas no interior da válvula.	

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.

- VÁLVULA DE RETENÇÃO

Válvulas de retenção impedem completamente a passagem do ar em uma direção, permitindo que o ar passe praticamente livre com a mínima queda de pressão na direção oposta. O fechamento pode ser efetuado através de cone, esfera, membrana ou placa.

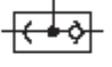
Válvulas Bloqueio	Permitem a passagem livre do fluxo em um só sentido.	
Válvula de Retenção	Permite fluxo livre num sentido e bloqueia no oposto.	
Válvula de Retenção sem Mola	Abre quando a pressão de entrada for maior do que a pressão de saída.	
Válvula de Retenção com Mola	Permite fluxo livre num sentido e bloqueia no oposto. Haverá passagem de fluxo desde que a pressão de entrada seja maior que a pressão resultante da força da mola somada à pressão na saída.	
Válvula de Retenção com Controle Pilotado	Com o controle por piloto é possível prever:	
	Fechamento da válvula.	
	Abertura da válvula.	

-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.

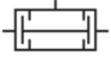
Estas válvulas são chamadas também de elemento OU e seleciona sinais emitidos por válvulas de sinais provenientes de diversos pontos e impede o escape de ar por uma segunda válvula.

Se um cilindro ou uma válvula de comando devem ser acionados de dois ou mais lugares, é necessária a utilização desta válvula alternadora, também chamada de válvula de isolamento.

Seletor de Circuito, Válvula de Isolamento, Elemento OU	Comunica duas pressões emitidas separadamente a um ponto comum. Com pressões diferentes pasará a de maior intensidade numa relação.	
--	---	---

- 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 entrada em X ou 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.

Válvula de Simultaneidade	Permite a emissão do sinal de saída quando existirem os dois sinais de entrada.	
---------------------------	---	---

-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 de pressão 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. Desta 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.

Válvula de Escape Rápido	No caso de descarga da conexão de entrada, a utilização é imediatamente liberada para escape, permitindo rápida exaustão do ar utilizado.	
--------------------------	---	---

MÉTODOS DE CONFECÇÃO DE ESQUEMAS

Em princípio, pode-se apresentar duas possibilidades principais para a composição de esquemas: os métodos conhecidos como intuitivos também denominados de métodos convencionais, ou a composição metódica de esquema segundo prescrições e diretrizes estabelecidas.

O objetivo, independentemente do tipo de composição do esquema, é de se obter no final, um comando que se apresente bom funcionamento e transcurso seguro. Enquanto que antigamente se dava valor a solução de maior vantagem econômica, hoje situam-se em primeiro lugar, a segurança de transcurso, a simplicidade de manutenção e com isto também, a facilidade de supervisão.

POSSIBILIDADES DE REPRESENTAÇÃO DOS MOVIMENTOS

A necessidade de representar seqüências 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 uma 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 pneumático “B”. Existe uma condição de que o cilindro “B” somente retorne quando o “A” tiver alcançado sua posição inicial.

- 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

- REPRESENTAÇÃO EM FORMA DE TABELA

PASSO DE TRABALHO	MOVIMENTO CILINDRO A	MOVIMENTO CILINDRO B
1	Avança	Parado recuado
2	Parado avançado	Avança
3	Recua	Parado avançado
4	Parado recuado	Recua

- REPRESENTAÇÃO EM FORMA VETORIAL

- Avanço da haste representado por uma seta \Rightarrow
- Retorno da haste representado por uma seta \Leftarrow

A \Rightarrow

B \Rightarrow

A \Leftarrow

B \Leftarrow

- REPRESENTAÇÃO EM FORMA ALGÉBRICA

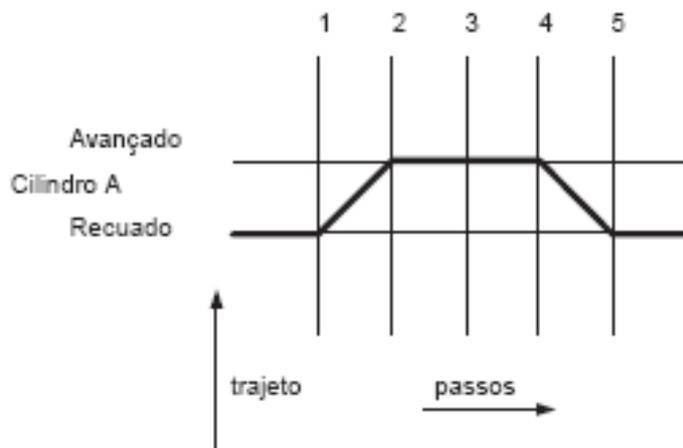
- Para avanço da haste: +

- Para retorno da haste: -

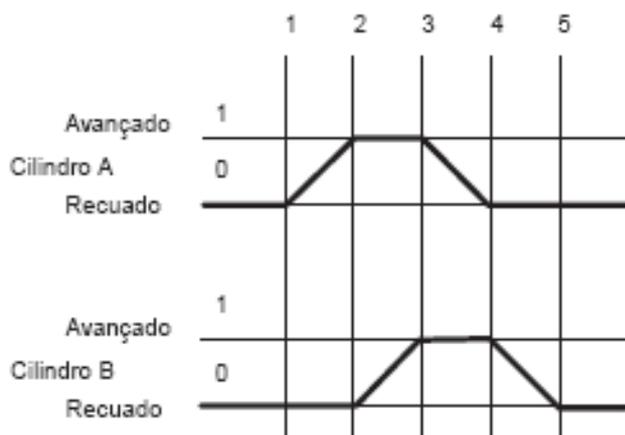
A+ B+ A- B-

- DIAGRAMA TRAJETO-PASSO

Neste caso, se representa a seqüência 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.

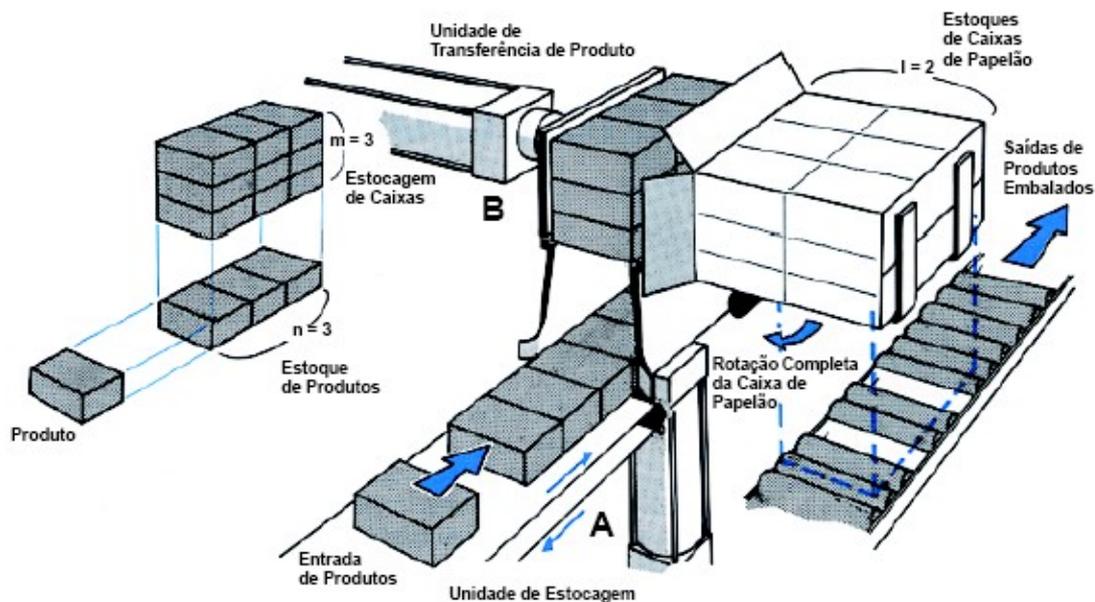


Do primeiro passo até o passo 2 a haste de cilindro avança da posição final traseira para a posição final dianteira, sendo que esta é alcançada no passo 2. A partir do passo 4, a haste do cilindro retorna e alcança a posição final traseira no passo 5.



MÉTODO INTUITIVO

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

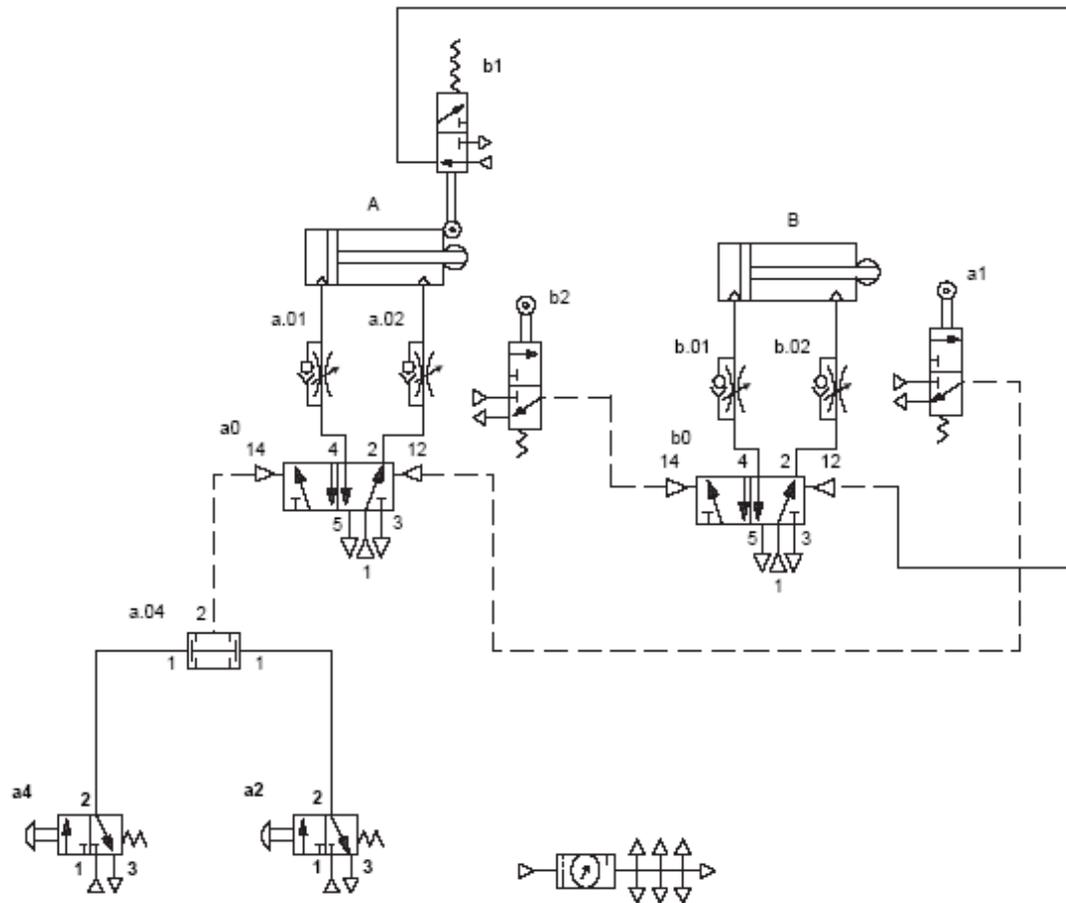


Para a confecção do projeto recomenda-se o seguinte:

- 1 - Determinar a seqüência de trabalho;
- 2 - Elaborar o diagrama de trajeto-passo;
- 3 - Colocar no diagrama trajeto-passo os elementos fins de curso a serem utilizados;
- 4 - Desenhar os elementos de trabalho;
- 5 - Desenhar os elementos de comando correspondentes;
- 6 - Desenhar os elementos de sinais;
- 7 - Desenhar os elementos de abastecimento de energia;
- 8 - Traçar as linhas dos condutores de sinais de comando e de trabalho;
- 9 - Identificar os elementos;
- 10 - Colocar no esquema a posição correta dos fins de curso, conforme o diagrama de trajeto e passo;

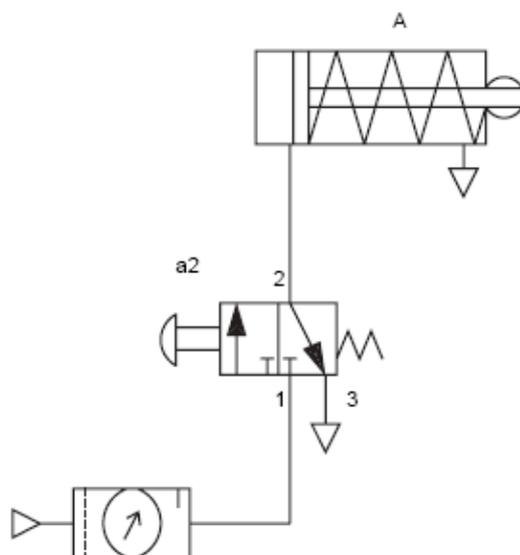
11 - Verificar se é necessária alguma anulação de sinais permanentes (contrapressão) em função do diagrama de trajeto-passo;

12 - Introduzir as condições marginais.

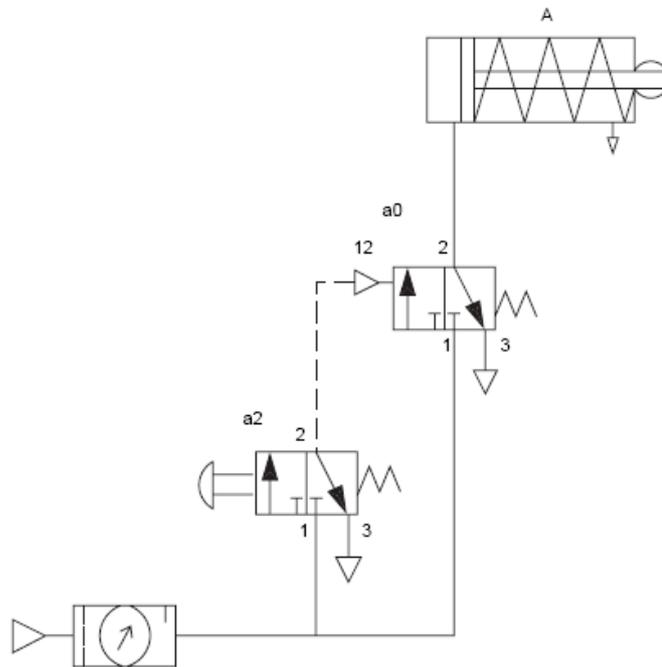


EXERCÍCIOS PRÁTICOS

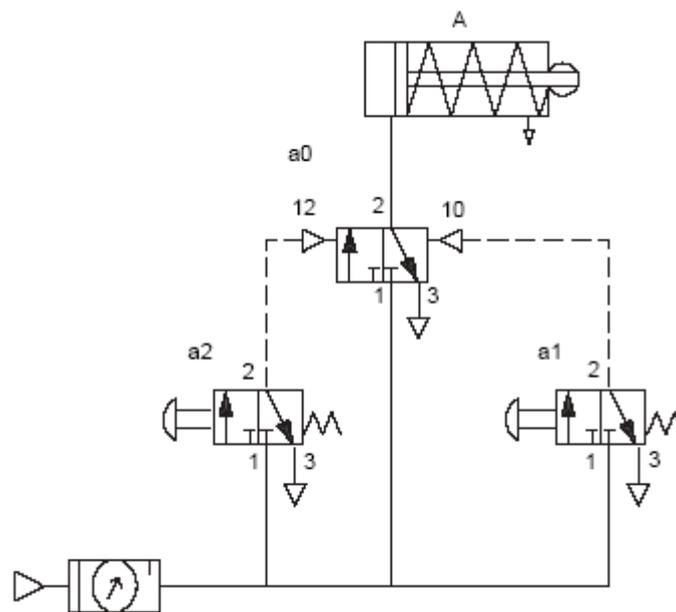
1. Comandar um cilindro de simples ação com comando direto



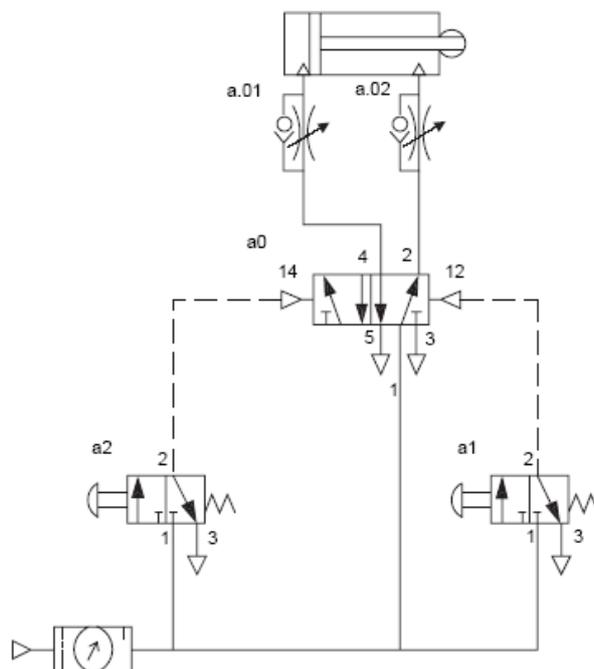
2. Comandar um cilindro de simples ação utilizando uma válvula simples piloto



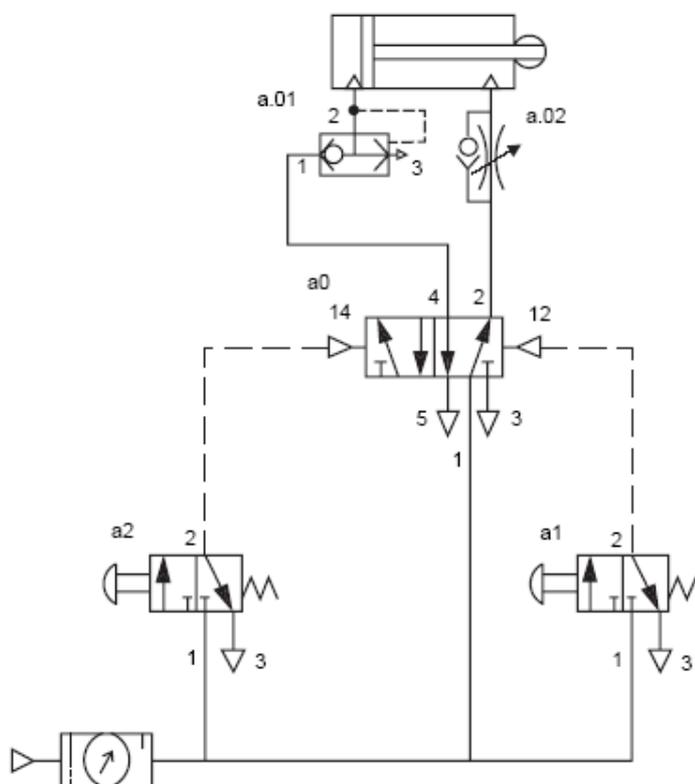
3. Comandar um cilindro simples ação utilizando uma válvula duplo piloto



6. Comando indireto de um cilindro de dupla ação, utilizando uma válvula duplo piloto e com controle de velocidade do cilindro.

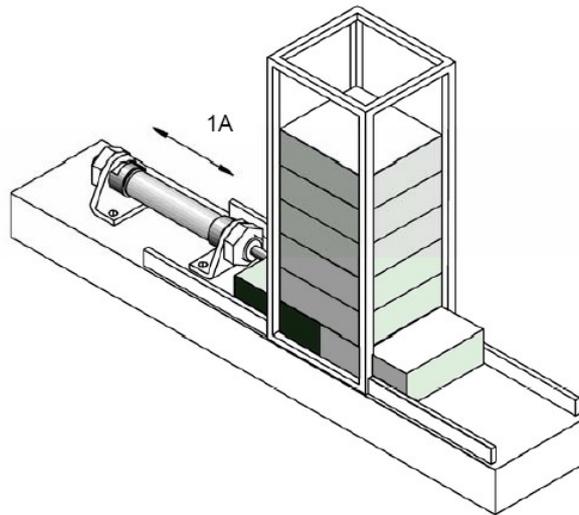


7. Comandar um cilindro de dupla ação com avanço lento e retorno acelerado

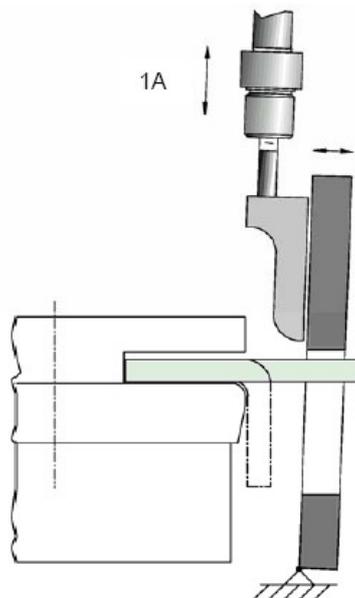


EXERCÍCIOS PROPOSTOS

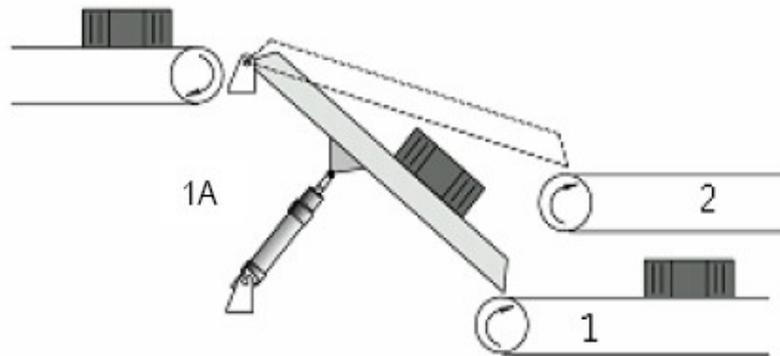
1. A figura abaixo representa um dispositivo de alimentação de peças. O funcionamento deste dispositivo baseia-se no avanço de um atuador de simples ação que desloca as peças para dentro de um sistema, retornando em seguida à sua posição inicial para uma nova alimentação. O avanço do atuador ocorre através do acionamento de um botão e o retorno pelo desacionamento do mesmo. Elaborar o circuito pneumático para este dispositivo.



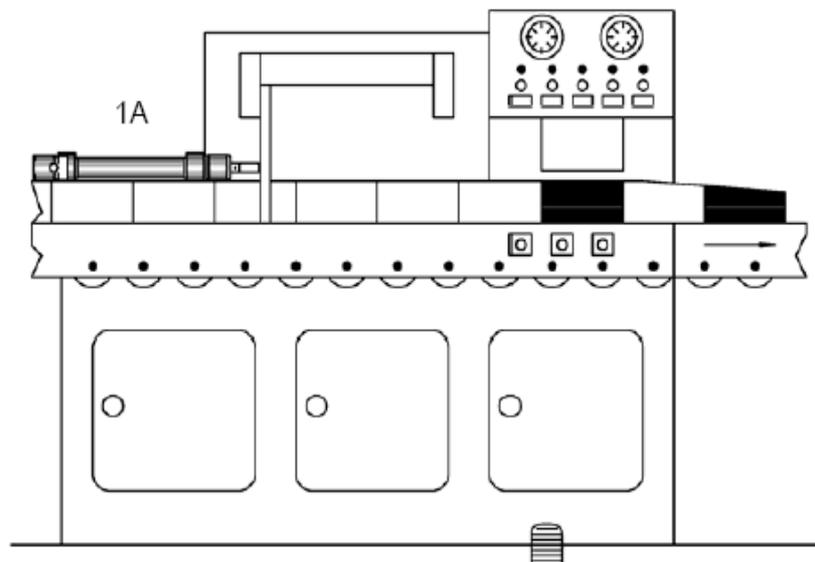
2. O funcionamento do dobrador de chapas baseia-se no avanço de um atuador de dupla ação que dobra as peças para baixo, retornando em seguida à sua posição inicial para realizar uma nova dobra. O avanço do atuador ocorre através do acionamento de um botão e o retorno pelo acionamento de outro botão. Elaborar o circuito pneumático para este dispositivo.



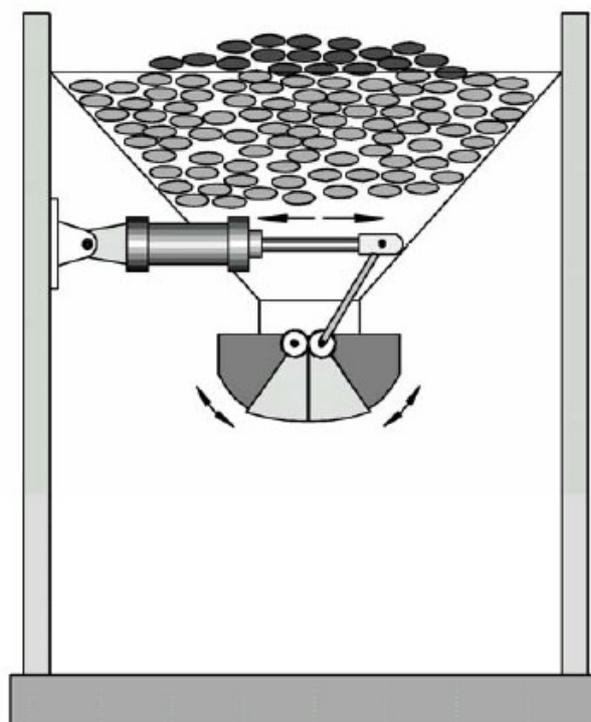
3. Num processo de fabricação de peças, o controle de qualidade é realizado visualmente, por um operador. As peças aprovadas são destinadas à esteira 1 e as peças reprovadas serão retrabalhadas e para isso serão destinadas à esteira 2. Ao detectar uma peça para retrabalho, o operador irá acionar um botão para que o atuador de dupla ação avance e desloque a peça à esteira 2. O retorno do atuador ocorre automaticamente. Elaborar o circuito pneumático para este dispositivo.



4. A figura abaixo representa um dispositivo para cortar chapas. O avanço do atuador de dupla ação pode ser feito de dois pontos diferentes, e após o deslocamento da chapa ela será cortada. Ao acionar um terceiro botão, o atuador irá retornar rapidamente, mas somente se houver a confirmação de que ele está totalmente avançado. Elaborar o circuito pneumático.



5. Um atuador de dupla ação é utilizado para abrir o silo. Após acionar um botão, o atuador deverá retornar. O avanço e retorno do atuador deverão ocorrer lentamente. Elaborar o circuito pneumático.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Manual de ar comprimido e gases. Editora Pearson Prentice-Hall
- Automação Pneumática Industrial. Cursos de Extensão, Universidade Tecnológica Federal do Paraná
- Introdução à Pneumática. Festo Didactic, 1998
- Projetos de Sistemas Pneumáticos. Festo Didactic, 1998
- Tecnologia Pneumática Industrial. Parker Training, 2000
- [http://www.sorocaba.unesp.br/professor/luizrosa/index_arquivos/chp.htm]
Circuitos hidráulicos e pneumáticos. Unesp