



Apostila de Pneumática

CÓPIA ETEC.RUBENS.COM.BR

Índice

| | |
|--|----|
| Apostila de Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos | 1 |
| Índice..... | 2 |
| Objetivos..... | 5 |
| Pneumática | 6 |
| Definição de Pneumática | 6 |
| Características Positivas do Ar Comprimido | 6 |
| Características Negativas Do Ar Comprimido | 6 |
| Rentabilidade de Equipamentos a Ar Comprimido..... | 7 |
| Pressão Atmosférica | 7 |
| Princípio de Pascal..... | 9 |
| Definição de Força..... | 10 |
| Definição de Pressão..... | 10 |
| Exercícios:..... | 10 |
| Instalação de Produção..... | 10 |
| Tipos de Compressores | 11 |
| Compressor de Êmbolo | 12 |
| Compressor Rotativo Multi-Celular (Compressor de Palhetas) | 13 |
| Compressor de Fuso Rosqueado Duplo..... | 13 |
| Compressor Root..... | 14 |
| Turbo-Compressores..... | 14 |
| Critérios para a Escolha de Compressores..... | 15 |
| Volume Fornecido..... | 15 |
| Pressão | 16 |
| Pressão de regime..... | 16 |
| Pressão de trabalho..... | 16 |
| Função do Reservatório | 17 |
| Dimensionamento de Um Reservatório | 17 |
| Impureza | 18 |
| Secador | 18 |
| Secador para Filtro Separador..... | 19 |
| Secador de Ar a Baixa Temperatura | 19 |
| Secador de Ar Através de Calor | 20 |
| Rede de Distribuição | 20 |
| Material da Tubulação | 21 |
| Exercícios: | 21 |
| Unidade de Manutenção ou Conservação | 22 |
| Símbolo Completo | 23 |
| Símbolo Simplificado | 23 |

| | |
|---|----|
| Filtro de Ar Comprimido..... | 23 |
| Regulador de Pressão..... | 24 |
| Lubrificador Para Ar Comprimido..... | 25 |
| Funcionamento..... | 26 |
| Manutenção dos Aparelhos de Conservação..... | 27 |
| Filtro Separador..... | 27 |
| Regulador de Pressão..... | 27 |
| Lubrificador..... | 27 |
| Exercícios:..... | 28 |
| Válvula..... | 28 |
| Conceito..... | 28 |
| Válvulas Direcionais..... | 28 |
| Válvulas de sede esféricas..... | 36 |
| Válvulas de Sede Prato..... | 37 |
| Válvulas Eletro-Magnéticas..... | 40 |
| Válvula Corrediça Longitudinal..... | 40 |
| Válvula de Dupla Ação..... | 42 |
| Válvulas de Pressão..... | 45 |
| Válvulas de Fluxo (Vazão)..... | 50 |
| Válvula de Bloqueio..... | 51 |
| Válvula de Retenção..... | 51 |
| Elementos Pneumáticos de Função Retilínea (Atuadores Linear de Forma Cilíndrica)..... | 53 |
| Cilindros de Ação Simples..... | 53 |
| Cilindro de Membrana Plana..... | 54 |
| Cilindros de Dupla Ação..... | 55 |
| Cilindro com Haste Passante de Ambos os Lados..... | 56 |
| Cilindro com Amortecimento nos Fins de Curso..... | 56 |
| Motores Pneumáticos..... | 57 |
| Motores de Pistão..... | 58 |
| Motor de Palhetas..... | 59 |
| Motor de Engrenagem..... | 59 |
| Turbo-Motores..... | 59 |
| Desenvolvimento de uma Função (Representação de um Esquema de Comando)..... | 60 |
| Formas de Representação..... | 61 |
| Ciclo em Seqüência Cronológica..... | 61 |
| Anotações em Tabela..... | 62 |
| Indicação Vetorial (Abreviações)..... | 62 |
| Diagrama de Movimentos (Representação Gráfica)..... | 62 |
| Diagrama Espaço - Fase..... | 63 |
| Diagrama Espaço - Tempo..... | 63 |
| Exercícios:..... | 64 |
| Numeração dos Elementos..... | 65 |
| Exercícios:..... | 67 |

| | |
|---|----|
| Construção de Esquemas de Comando..... | 68 |
| Esquema de Comando De Posição..... | 68 |
| Esquema de Comando de Sistema | 69 |
| Símbolos Pneumáticos..... | 70 |
| Transformação de Energia | 70 |
| Comando e Regulagem de Energia - Válvulas Distribuidoras | 74 |
| Válvulas de Bloqueio | 75 |
| VÁLVULAS DE PRESSÃO..... | 76 |
| Válvulas De Fluxo..... | 77 |
| Válvula de Fechamento | 77 |
| Transmissão De Energia | 78 |
| Conversores, Contatores E Sensores | 80 |
| Simbologia Funcional | 81 |
| Formas De Energia..... | 81 |
| Símbolos De Operação | 82 |
| Movimentos | 83 |
| Símbolos Empregados Na Técnica De Manipulação Em Função Dos Elementos Pneumáticos Utilizados..... | 84 |

Objetivos

Ao final deste manual e apostila de treinamento, o aluno deverá ser capaz de:

- ✓ Conceituar o ar comprimido como principal elemento de trabalho;
- ✓ Interpretar os componentes pneumáticos;
- ✓ Ler e interpretar esquemas gráficos e diagramas de funções;
- ✓ Descrever os elementos de trabalho: cilindros, motores pneumáticos, elementos de comando e elementos de sinal(válvulas direcionais);
- ✓ Distinguir os elementos de alimentação e os elementos auxiliares de regulagem;
- ✓ Calcular “força” e “pressão” num sistema pneumático;
- ✓ Enumerar válvulas: reguladora, limitadora de pressão, se seqüência e controladora de vazão num sistema pneumático.

Pneumática

Definição de Pneumática

É a ciência que estuda as propriedades físicas do ar e de outros gases.

Na prática, podemos dizer que a pneumática é uma técnica em que o ar comprimido é empregado como principal elemento de trabalho.

Características Positivas do Ar Comprimido

As principais características do ar comprimido são:

- ✓ é facilmente transportável;
- ✓ pode ser armazenado em reservatórios;
- ✓ é insensível às oscilações de temperatura;
- ✓ não é inflamável;
- ✓ não é poluente;
- ✓ alcança altas velocidades de trabalho.

Características Negativas Do Ar Comprimido

Para poder limitar corretamente os campos de emprego da pneumática, é necessário também conhecer as características negativas do ar comprimido.

| | |
|--------------------|---|
| Preparação: | O ar comprimido requer uma boa preparação. Impurezas e umidade devem ser evitados, pois provocam desgaste nos elementos pneumáticos. |
| Compressibilidade: | Não é possível manter uniforme e constante as velocidades dos pistões, mediante o ar comprimido. |
| Potência: | O ar comprimido é somente econômico até um certo grau de potência. Limitado pela pressão de trabalho normal de 7 "bar"(atmosfera absoluta). |
| Escape de ar: | O escape de ar é ruidoso. |
| Custos: | O ar comprimido é uma fonte de energia muito cara. |

Rentabilidade de Equipamentos a Ar Comprimido

Em consequência da automatização e racionalização, o trabalho manual foi substituído por outras formas energéticas. Trabalhos, antigamente feitos pelo homem, agora estão sendo feitos mediante o emprego de ar comprimido.

Exemplo:

Deslocamento de volumes pesados, acionamento de alavancas, contagem de peças, etc.

O ar comprimido, embora muito vantajoso, é porém, sem dúvida, um elemento energético caro.

Pressão Atmosférica

A atmosfera exerce sobre nós uma força equivalente ao nosso peso, mas não a sentimos, pois ela atua em todos os sentidos e direções com a mesma intensidade. Fig.01

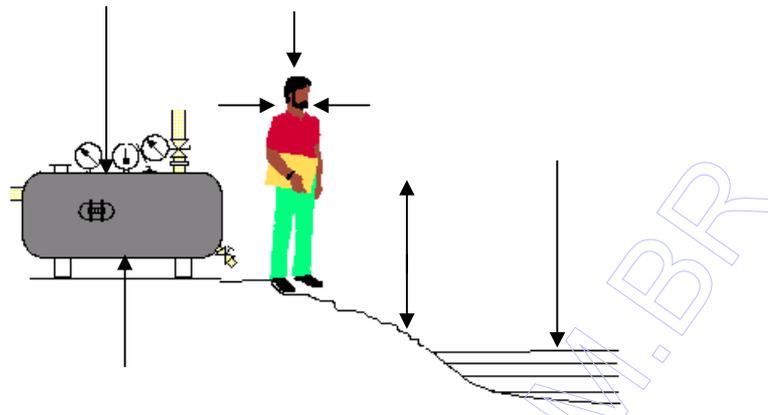


Fig.01

A pressão atmosférica varia proporcionalmente em relação a altitude considerada. Fig.02

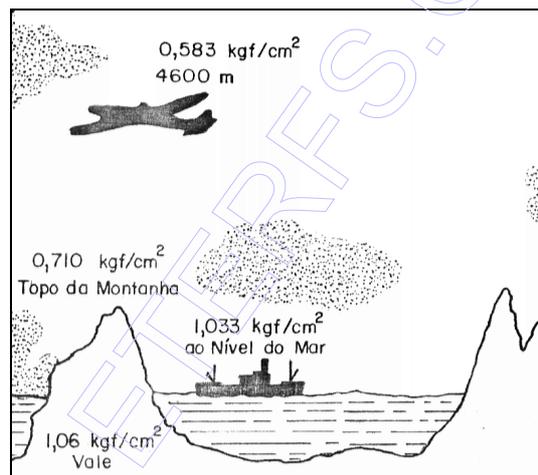


Fig.02

| Altitude em m. | Pressão em kgf/cm ² | Altitude em m. | Pressão em kgf/cm ² |
|----------------|--------------------------------|----------------|--------------------------------|
| 0 | 1,033 | 1000 | 0,915 |
| 100 | 1,021 | 2000 | 0,810 |
| 200 | 1,008 | 3000 | 0,715 |
| 300 | 0,996 | 4000 | 0,629 |
| 400 | 0,985 | 5000 | 0,552 |
| 500 | 0,973 | 6000 | 0,481 |
| 600 | 0,960 | 7000 | 0,419 |
| 700 | 0,948 | 8000 | 0,363 |
| 800 | 0,936 | 9000 | 0,313 |
| 900 | 0,925 | 10000 | 0,270 |

Princípio de Pascal

Podemos constatar que o ar é muito compressível sob a ação de pequenas pressões. Quando contido em um recipiente fechado, o ar exerce uma pressão igual sobre as paredes, em todos os sentidos.

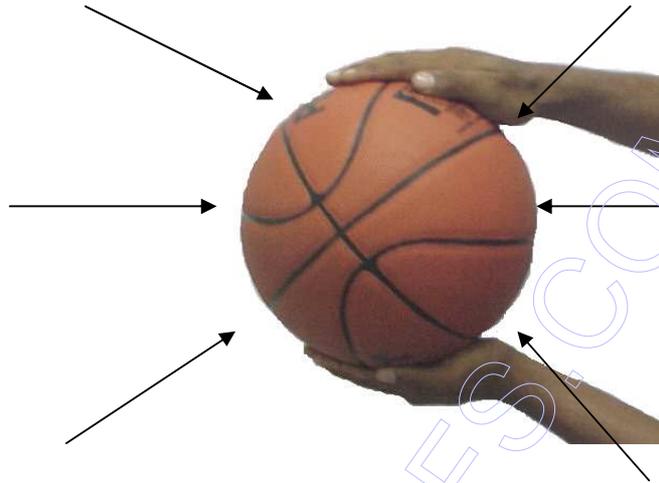
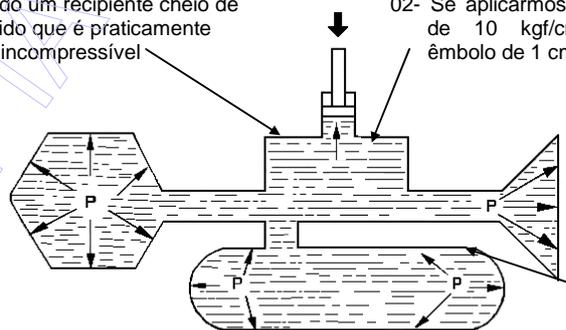


Fig.03

Podemos verificar isto facilmente, fazendo uso de uma bola de basquete(Fig.03). Apalpando uma bola de basquete observamos uma pressão uniformemente distribuída sobre a superfície.

Ou seja: "A pressão exercida em um líquido confinado em forma estática atua em todos os sentidos e direções, com a mesma intensidade, exercendo forças iguais em áreas iguais".

- 01- Supondo um recipiente cheio de um líquido que é praticamente incompressível
- 02- Se aplicarmos uma força de 10 kgf/cm^2 num êmbolo de 1 cm^2 de área



- 03- O resultado será uma pressão de 10 kgf/cm^2 nas

Fig.04

Definição de Força

Força é qualquer causa que tende a produzir movimento.

Força = Pressão x Área

$$F = P \times A$$

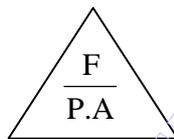
Definição de Pressão

Pressão é um obstáculo ao fluxo.

$$\text{pressão} = \frac{\text{força}}{\text{área}} \quad P = \frac{F}{A}$$

Definição de Área:

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



Onde: P = pressão; F = força normal à superfície, A = área da superfície.

Exercícios:

- Cite 4 características positivas do ar comprimido.
- Cite 2 características negativas do ar comprimido.
- Ar comprimido, embora muito vantajoso, é porém, um elemento energético muito.....
- Dê 2 exemplos práticos de trabalhos que agora estão sendo feitos mediante o emprego do ar comprimido.
- Descreva a Lei de Pascal.
- Defina Pneumática.

Instalação de Produção

Para a produção de ar comprimido serão necessários compressores, os quais comprimem o ar para a pressão de trabalho desejada.

Na maioria dos acionamentos e comandos pneumáticos se encontra, normalmente, uma estação central de distribuição de ar comprimido. Não é necessário calcular e planejar a transformação e transmissão da energia para cada consumidor individual.

A instalação de compressão fornece o ar comprimido para os devidos lugares através de uma rede tubular.

Já, ao projetar uma instalação, devem ser considerados a ampliação e aquisição de outros aparelhos de ar comprimido.

Na Fig. 01, vê-se o esquema de uma instalação central de ar comprimido.

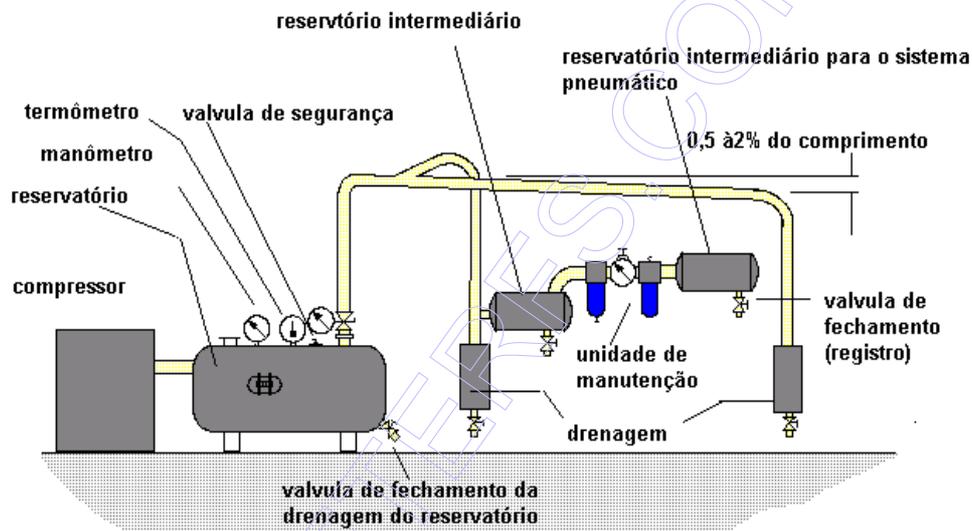


Fig. 01

Importante é o grau de pureza do ar. Um ar limpo garante uma vida útil longa da instalação. O emprego correto dos diversos tipos de compressores também deve ser considerado.

Tipos de Compressores

Sempre conforme as necessidades fabris, em relação à pressão de trabalho e ao volume, serão empregados diversos tipos de compressores.

Compressor de Êmbolo

Este compressor é hoje o mais usado (Fig.02).

Ele não é só apropriado para a compressão de pressões baixas e médias, mas também para pressões altas. O campo de pressão é de um bar até milhares de bar.

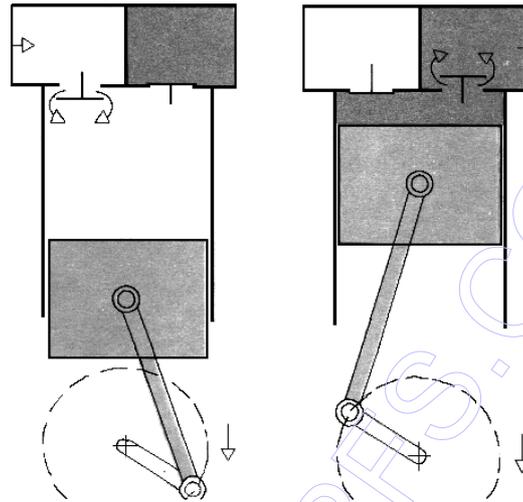


Fig. 02

Para a compressão de pressões mais elevadas, são necessários compressores de vários estágios. O ar sugado será comprimido pelo primeiro êmbolo, refrigerado intermediariamente e ainda mais comprimido pelo próximo êmbolo. Na compressão de altas pressões é necessária refrigeração intermediária, pois se cria alto aquecimento.

Compressores de êmbolo são fabricados refrigerados a água ou a ar.

De grande vantagem são os compressores de êmbolo de curso

até 4 bar: um estágio.

até 15 bar: dois estágios.(Fig.03)

acima de 15 bar: três ou mais estágios

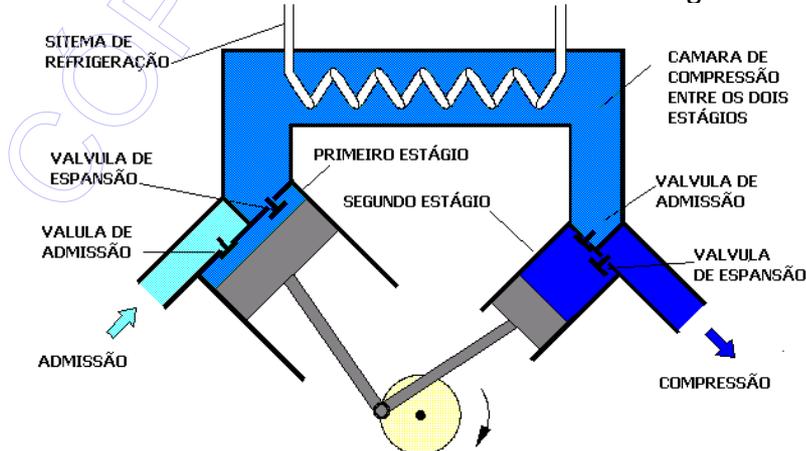


Fig. 03

Compressor Rotativo Multi-Celular (Compressor de Palhetas)

Em um compartimento cilíndrico com rasgos de escapamento, gira-se um rotor alojado excêntricamente.

O rotor tem nos rasgos palhetas que, em conjunto com a parede, formam pequenos compartimentos.(Fig. 04)

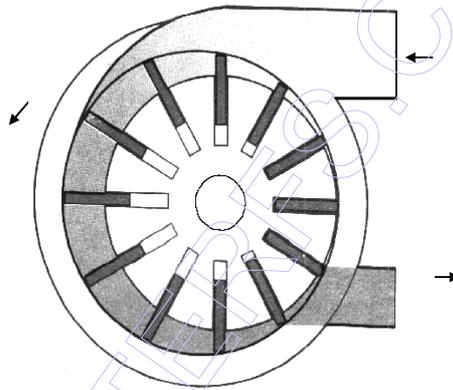


Fig. 04

Compressor de Fuso Rosqueado Duplo

Dois rotores os quais pelos perfis convexo e côncavo se engrenam, expulsam o ar, entrando axialmente no outro lado (lado oposto).(Fig. 05)

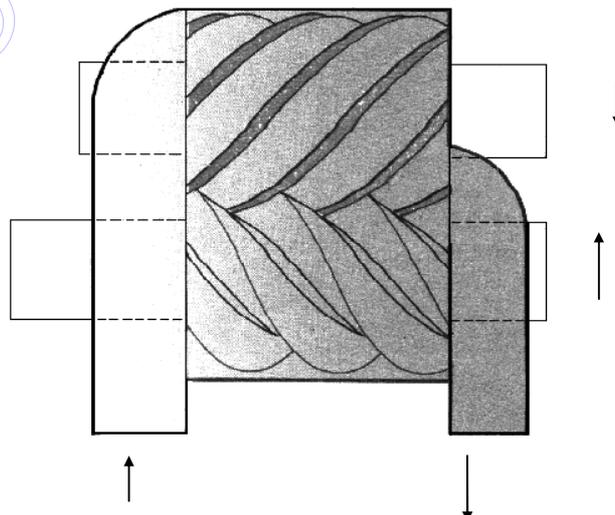


Fig. 05

Compressor Root

Nestes compressores o ar será transportado de um lado para o outro, sem alteração do volume.

A compressão (vedação) sucede-se no lado da pressão pelos cantos dos lóbulos.(Fig. 06)

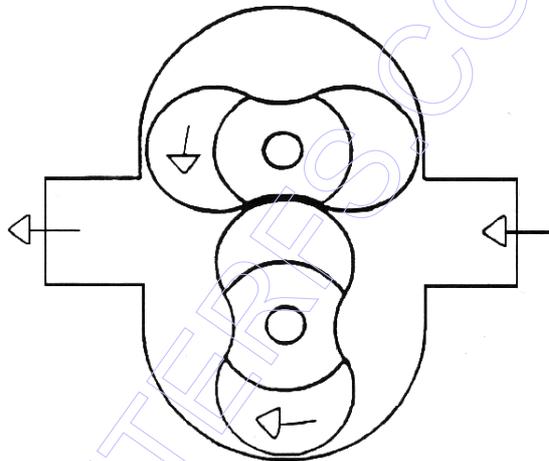


Fig. 06

Turbo-Compressores

Estes trabalham segundo o sistema corrente e são apropriados para fornecimento de grandes quantidades.

Turbo-compressores são construídos nas execuções axial e radial.

O ar está sendo transportado por uma ou mais turbinas, em velocidades de correntes contínuas.(Fig. 07 e 08)

A energia do movimento se transforma em energia de pressão.

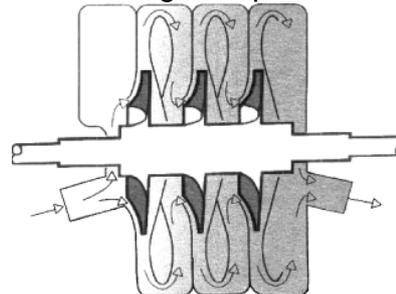
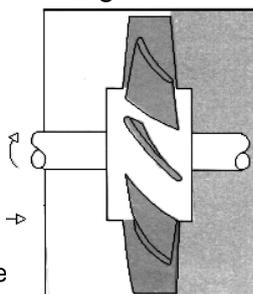


Fig. 07

Fig. 08

Critérios para a Escolha de Compressores

Volume Fornecido

Volume fornecido é a quantidade de ar que está sendo fornecida pelo compressor. Existem duas diferentes indicações de volume fornecido.

- ✓ Volume fornecido teórico
- ✓ Volume fornecido efetivo

O resultado de "Volume cilíndrico x rotação é o volume fornecido teórico.

O volume fornecido efetivo depende da construção do compressor. Um papel importante desempenha aqui a eficácia volumétrica.

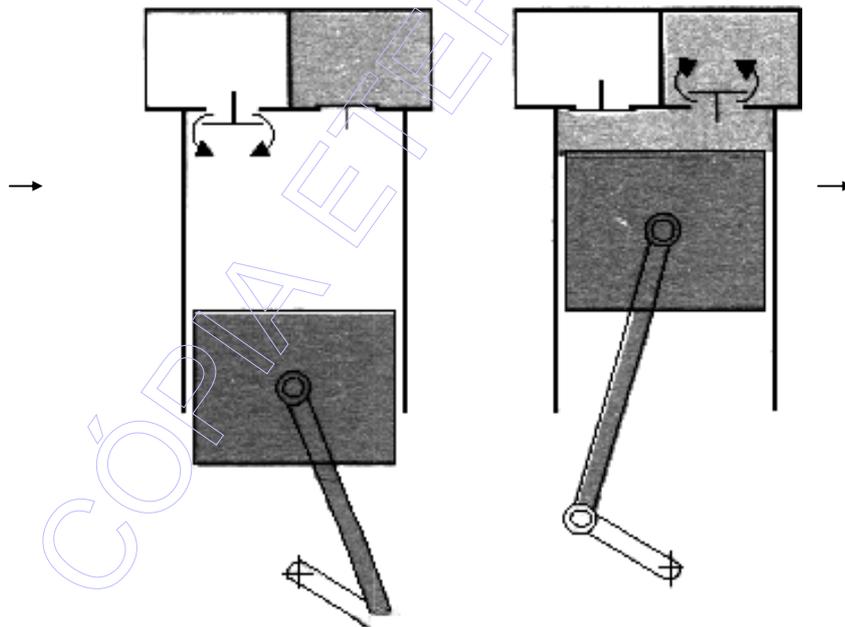


Fig. 09

Apenas o volume efetivo fornecido pelo compressor é de interesse. Somente com este podem ser acionados e comandados os aparelhos a ar comprimido.

O volume fornecido é indicado em $\text{Nm}^3/\text{min.}$ ou $\text{Nm}^3/\text{hora.}$

Pressão

Pressão de regime

É a pressão fornecida pelo compressor acumulada no reservatório (armazém) e/ou a pressão da rede distribuidora até o consumidor.

Pressão de trabalho

É a pressão necessária nos lugares de trabalho.

A pressão de trabalho é geralmente de 7 bar. Também os elementos de trabalho são construídos para este limite. Este limite é quase considerado como "pressão de norma".

Importante:

Pressão constante é uma exigência para um funcionamento seguro e preciso.

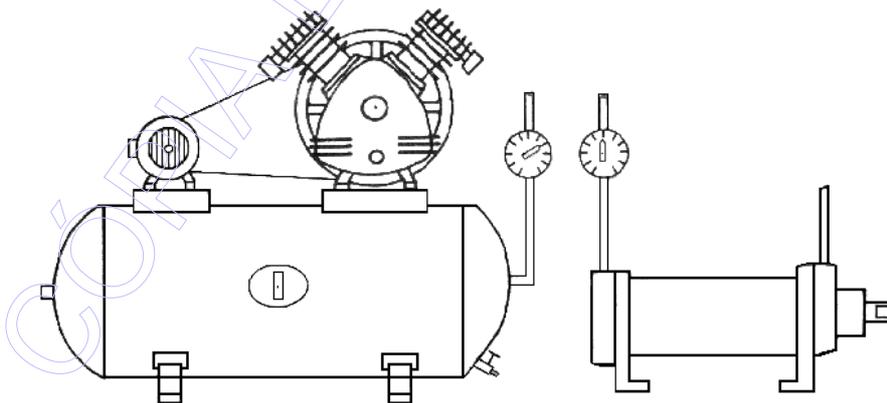


Fig.10

Na dependência da pressão constante estão:

- ✓ a velocidade;

- ✓ as forças;
- ✓ os movimentos temporários dos elementos de trabalho.

Exercícios:

- a) Desenhar o esboço de uma estação central de ar comprimido.
- b) Qual a função de um compressor num sistema pneumático?
- c) Cite 3 tipos de compressores
- d) Onde deve ser montada uma estação de compressores?

Função do Reservatório

O reservatório serve para a estabilização da distribuição do ar comprimido. Ele nivela as oscilações de pressão na rede distribuidora e, quando há um momentâneo alto consumo de ar, é uma garantia de reserva.

A grande superfície do reservatório refrigera o ar suplementar. Por isso se separa, diretamente no reservatório, uma parte da umidade do ar como água.

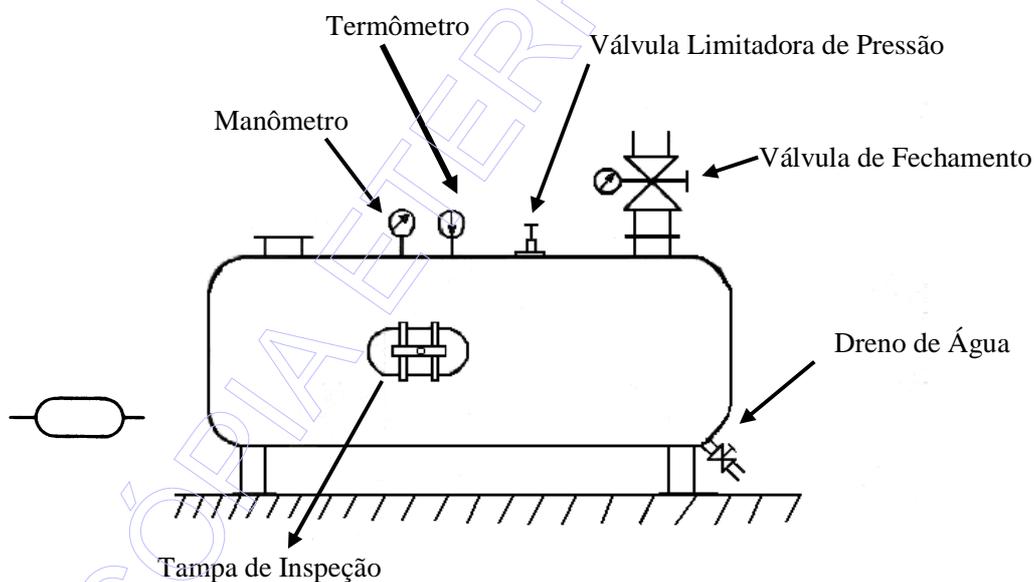


Fig. 01

Dimensionamento de Um Reservatório

O tamanho de um reservatório de ar comprimido depende de:

- ✓ Volume fornecido pelo compressor;

- ✓ Consumo de ar;
- ✓ Rede distribuidora (volume suplementar);
- ✓ Tipo de regulagem;
- ✓ Diferença de pressão da rede desejada.

Exercícios:

- a) Qual a função de um reservatório num sistema pneumático?
- b) Desenhar o símbolo de um reservatório.

Impureza

Na prática, sempre se encontram exemplos em que se dá muito valor à boa qualidade do ar comprimido.

A impureza em forma de partículas de sujeira ou ferrugem, de restos de óleo e umidade provoca em muitos casos interrupção nas instalações pneumáticas, podendo ainda destruir os elementos pneumáticos.

A separação grossa da água condensada se faz através do separador, logo após o refrigerador.

A separação fina, filtragem e um possível outro tratamento do ar comprimido são feitos no lugar de trabalho.

É de grande importância dar a maior atenção à umidade eventualmente presente no ar comprimido.

A água (umidade) já entra na rede juntamente com o ar aspirado pelo compressor. O grau de umidade depende em primeiro lugar da umidade relativa do ar que está na dependência da temperatura do ar e da situação atmosférica.

$$\text{Umidade Relativa} = 100 \cdot \frac{\text{Umidade Absoluta}}{\text{Quantidade de Saturação}}$$

A umidade absoluta é a quantidade de água encontrada em 1 Nm³ de ar.

A quantidade de saturação é a quantidade de água admitida por 1 Nm³ a uma certa temperatura.

Secador

É o elemento intermediário entre a linha de distribuição e o reservatório. É composto por um filtro para a retirada das impurezas e um condensador que tem

como função separar e retirar ao máximo a água do ar, como mostram as figuras 01 e 02.

Secador para Filtro Separador

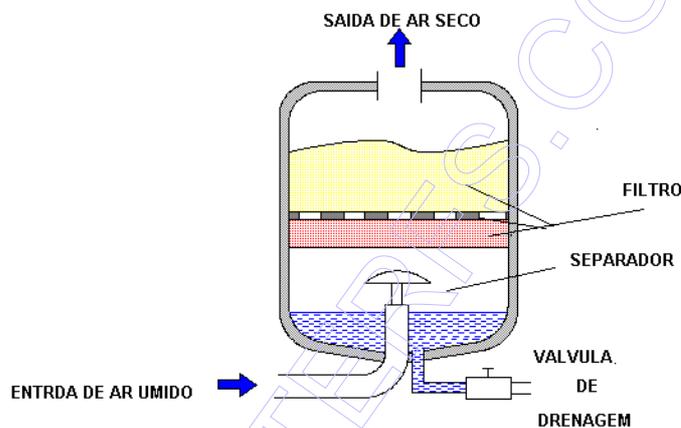


Fig. 01

Secador de Ar a Baixa Temperatura

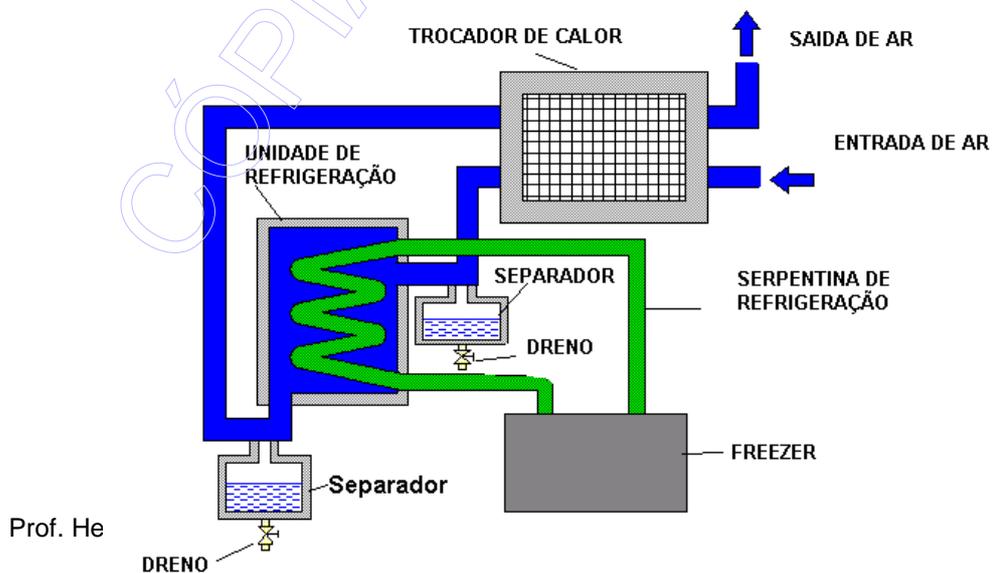


Fig. 02

Secador de Ar Através de Calor

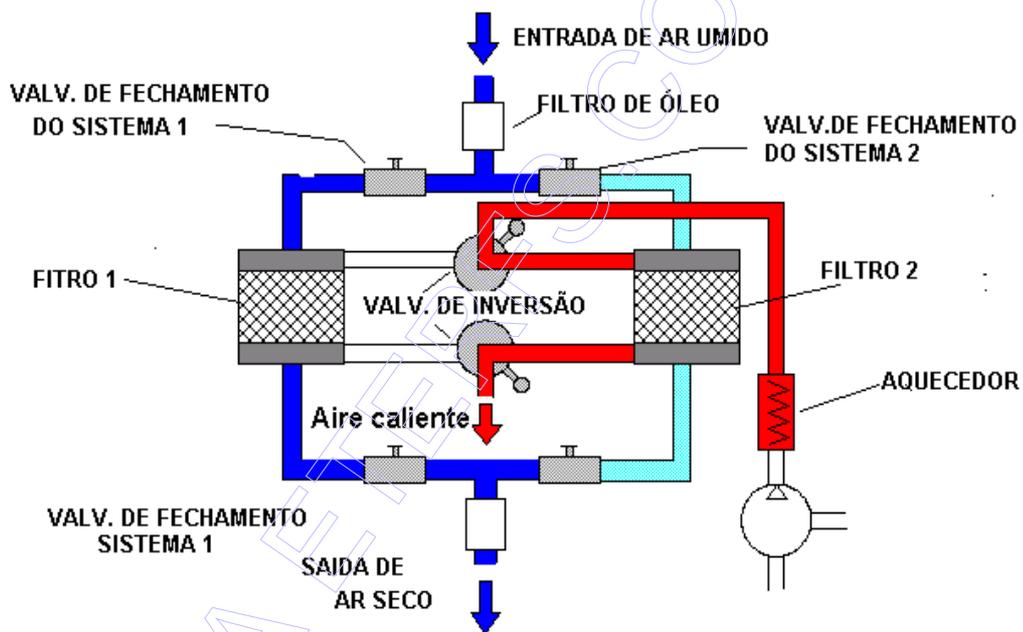


Fig. 03

Rede de Distribuição

A rede principal deve ser instalada com uma inclinação de aproximadamente 0,5 a 2% do comprimento, para que o restante da água que não foi recolhida pelo condensador, seja conduzida para o fim da tubulação.

Deve-se prever também drenos intermediários (± 30 m um do outro) e as tomadas de ar para utilização devem ser feitas pela parte superior, evitando-se que a água contida na tubulação saia juntamente com o ar, conforme figura .04.

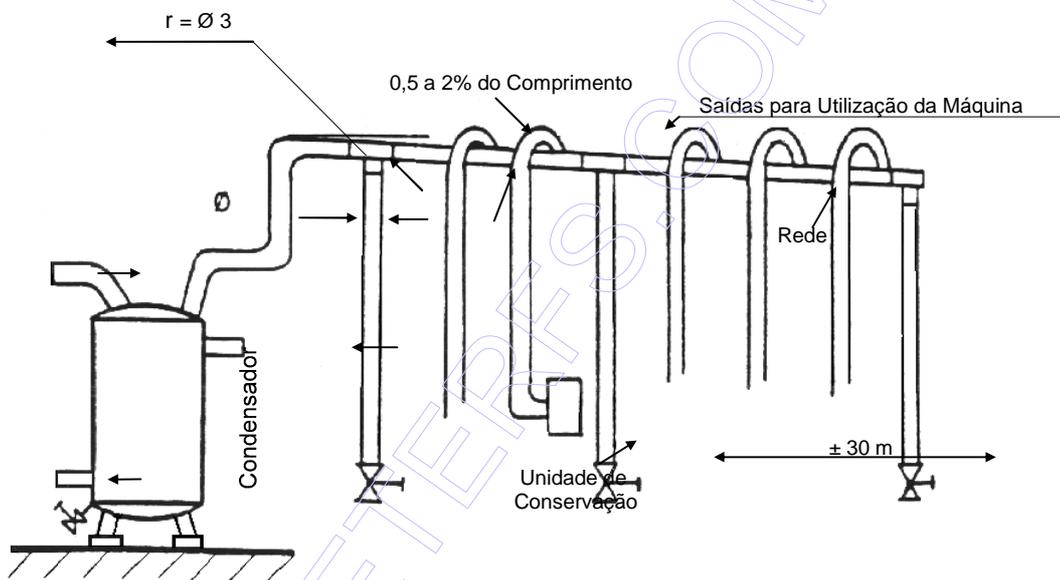


Fig. 04

Material da Tubulação

O material utilizado na rede deve ser de baixa corrosão e de fácil instalação, dentre os quais temos: cobre, latão e tubos de aço.

Exercícios:

- Quais os principais fatores que causam a interrupção nas instalações pneumáticas, que podem ainda destruir o equipamento?
- O que é um secador e qual a sua função?
- A rede principal deve ser instalada com uma inclinação de _____.

Unidade de Manutenção ou Conservação

- A unidade de conservação é uma combinação de aparelhos de:
- ✓ Filtro separador;
 - ✓ Regulador de pressão;
 - ✓ Lubrificador.

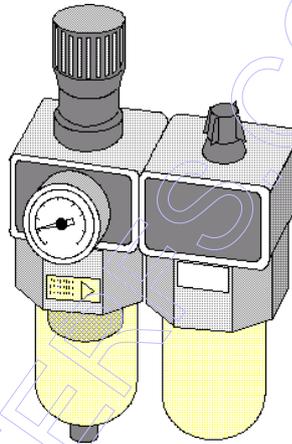
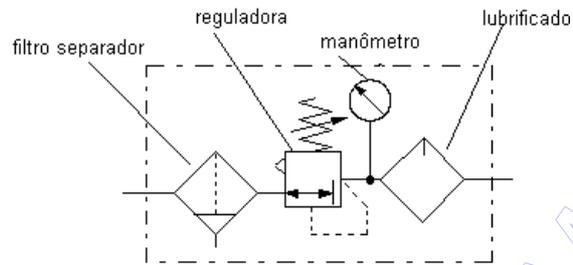


Fig. 01

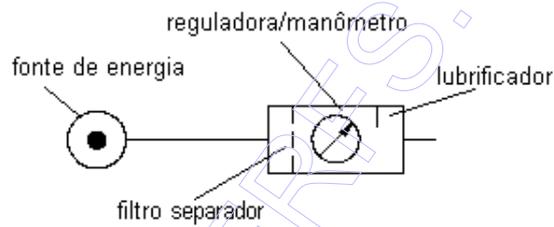
Deve-se observar os seguintes pontos:

- ✓ A vazão total de ar em Nm^3/hora é determinante para o tamanho do aparelho. Uma demanda de ar muito grande provoca uma queda de pressão nos aparelhos. Deve-se observar rigorosamente os dados indicados pelo fabricante.
- ✓ A pressão de trabalho nunca deve ser superior à indicada no aparelho. A temperatura ambiente não deve ser maior que 50°C (máximo para copos de material sintético).

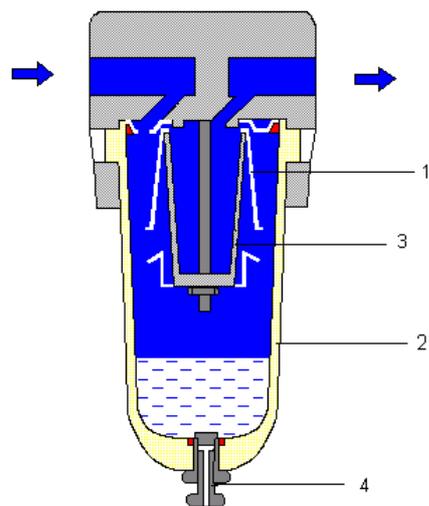
Símbolo Completo



Símbolo Simplificado



Filtro de Ar Comprimido



O filtro de ar comprimido tem a tarefa de liberar o ar comprimido que passa livre de todas as impurezas, bem como da água condensada.

O ar comprimido será, ao entrar no filtro (2), colocado em rotação por fendas condutoras (1). Durante a rotação serão afastados, pela força centrífuga, os corpos líquidos indesejáveis, bem como as maiores partículas de sujeira. Estas se acumulam na parte inferior do filtro. O material condensado deve ser drenado o mais tardar ao alcançar a marca máxima admitida, para evitar que este seja outra vez arrastado pela corrente de ar.

As partículas sólidas, maiores do que os poros do filtro (3) serão retidas. Com o tempo estas partículas fecham o filtro sinterizado. Este, portanto, deve ser limpo ou trocado regularmente. Em caso de um maior acúmulo do volume condensado, recomenda-se montar, em lugar do parafuso de dreno manual (4), um dreno automático.

Regulador de Pressão

O regulador tem a tarefa de manter constante, dentro do possível, a pressão de trabalho (pressão secundária), independente da oscilação da pressão da rede (pressão primária), bem como do consumo de ar.

A pressão de entrada deve ser sempre maior do que a pressão de saída. A pressão é regulada por uma membrana (um diafragma). De um lado da membrana atua a pressão de saída, no lado oposto atua uma mola, cuja força pode ser regulada mediante o parafuso de regulagem.

Quando há um aumento da pressão na saída, a membrana se movimenta contra a força da mola.

Isto provoca uma diminuição contínua de área de passagem na sede da válvula ou até um fechamento total, por intermédio do obturador. Isto significa: a pressão está sendo regulada pelo volume passante.

Uma demanda de ar tem como consequência uma queda de pressão, fazendo com que a válvula, através da força da mola, se abra.

A regulagem da pressão de saída pré-determinada é, portanto, um freqüente abrir e fechar da sede da válvula.

Para evitar que se criem vibrações, é montado acima do prato da válvula um sistema anti-vibratório a ar ou uma mola. A indicação da pressão de trabalho é feita mediante um manômetro.

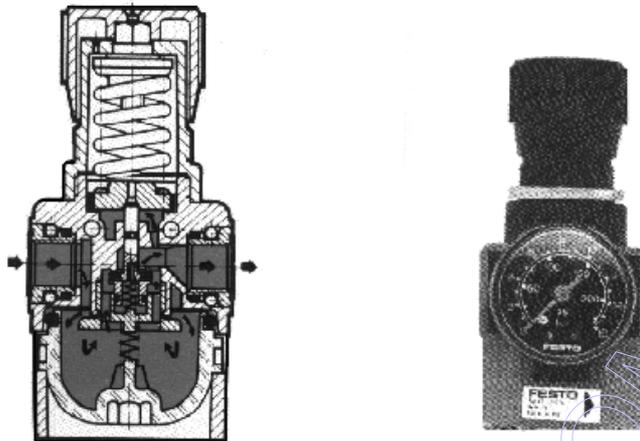


Fig. 01

Lubrificador Para Ar Comprimido

O lubrificador tem a tarefa de abastecer suficientemente, com materiais lubrificantes, os elementos pneumáticos. Os materiais lubrificantes são necessários para garantir um desgaste mínimo dos elementos móveis, manter tão mínimos quanto possível as forças de atrito e proteger os aparelhos contra corrosão.

Lubrificadores de óleo trabalham geralmente, utilizando o tubo VENTURI (Fig.02), no qual a diferença de pressão p (expansão da pressão) entre a pressão antes do bocal nebulizador e a pressão no lugar estrangulado do bocal será aproveitada para sugar óleo de um reservatório e misturá-lo com o ar em forma de névoa.

O lubrificador de ar somente começa a funcionar quando existe um fluxo suficientemente forte.

Quando houver uma pequena demanda de ar, a velocidade no bocal é insuficiente para gerar uma depressão (baixa pressão) que possa sugar o óleo do reservatório.

Deve-se portanto, prestar atenção aos valores de vazão (fluxo) indicados pelo fabricante.

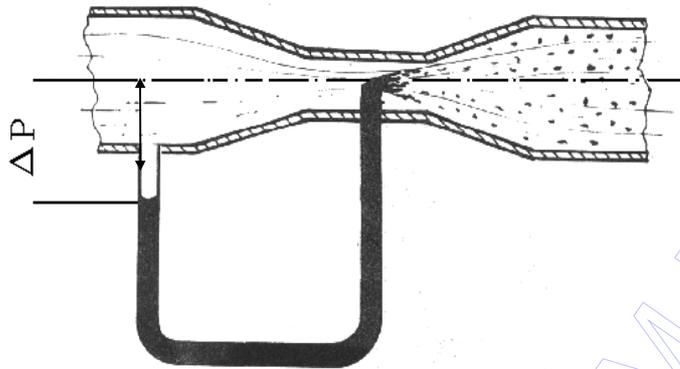
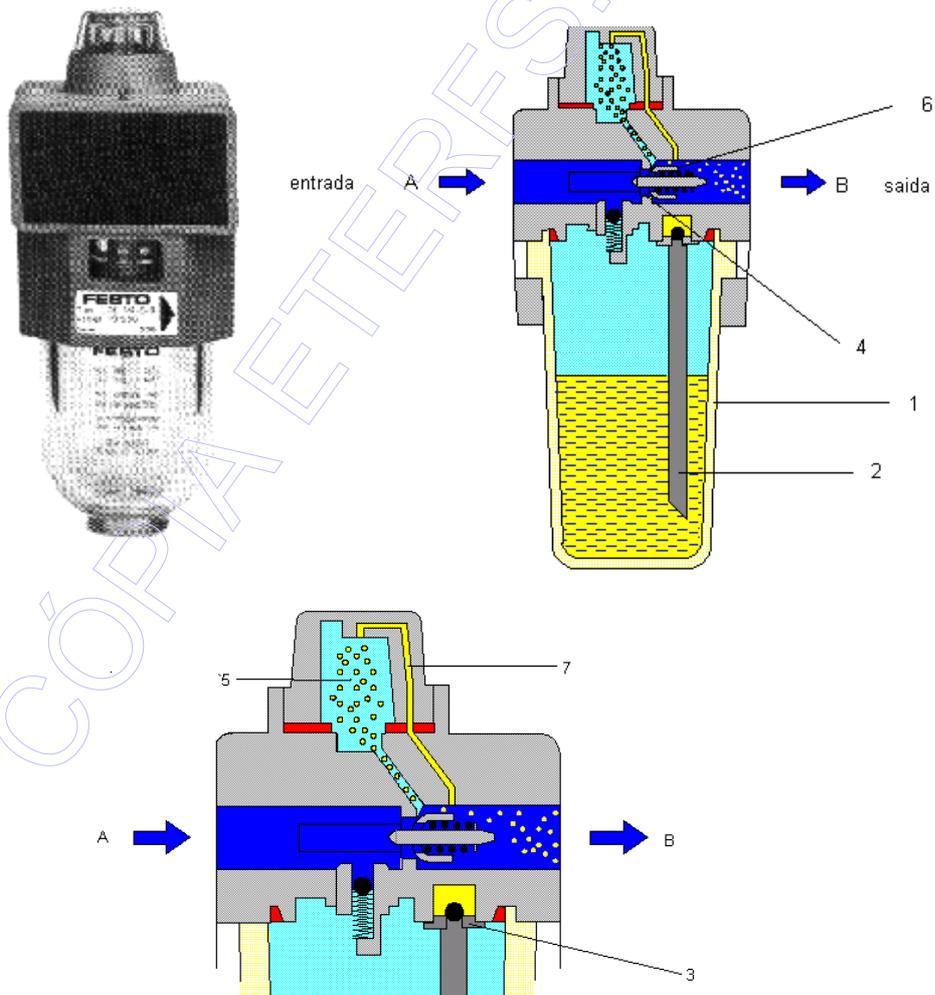


Fig 02

Funcionamento



O ar comprimido flui através do lubrificador de A (entrada) para B (saída). A válvula anti-retorno (6) fecha a passagem quando não existe fluxo de ar comprimido. Com fluxo, a válvula anti-retorno (6) abre e o ar comprimido pode fluir livremente para a saída B.

Na estrangulação (4) do canal de passagem, se origina uma queda de pressão. Na câmara de gotejamento (5) se produz um efeito de aspiração: através do tubo (2) se aspira óleo. As gotas de óleo voltam a entrar na corrente de ar através do tubo (7). As gotas de óleo são atomizadas e em forma de névoa alcançam os diferentes elementos pneumáticos.

O bocal (3) com a válvula anti-retorno possibilita o reabastecimento do óleo, mesmo durante o funcionamento.

O depósito (1) deve ser mantido limpo para efetuar a qualquer momento, um controle do nível. O lubrificador deve ser instalado verticalmente. A direção do fluxo normalmente é indicada por uma seta e deve ser rigorosamente respeitada.

Manutenção dos Aparelhos de Conservação

São necessários os seguintes serviços freqüentes de manutenção:

Filtro Separador

O nível de água condensada deve ser controlado regularmente, pois a altura marcada no copo indicador não deve ser ultrapassada. A água condensada acumulada pode ser arrastada pela tubulação de ar comprimido adentro.

Para drenar a água condensada deve-se abrir o parafuso de dreno no fundo do copo indicador. O cartucho filtrante, quando sujo, também deve ser limpo ou substituído.

Regulador de Pressão

Na existência de um filtro de ar comprimido ante o regulador, este não necessita de manutenção.

Lubrificador

Controlar o nível de óleo no copo indicador. Se necessário, completar óleo até a marcação.

Filtros de material plástico e o copo do lubrificador devem ser limpos somente com querosene. Para o lubrificador devem ser usados somente óleos minerais de baixa viscosidade (máximo 20E).

Exercícios:

- a) O que é uma unidade de conservação?
- b) Desenhar o símbolo completo e o simplificado de uma unidade de conservação.
- c) Para que servem o filtro, o regulador de pressão e o lubrificador num sistema pneumático?

Válvula

Conceito

Os comandos pneumáticos consistem de elementos de sinal, elementos de comando e elementos de trabalho. Os elementos de sinal e de comando influenciam o processo do trabalho, razão pela qual serão denominados "válvulas".

As válvulas são aparelhos de comando ou de regulagem de partida, parada e direção. Elas comandam também a pressão ou a vazão do meio de pressão armazenada em um reservatório ou movimentada por uma hidrobomba. A denominação "válvula" é válida, correspondendo à linguagem internacionalmente usada para todos os tipos de construção: registros, válvulas de esfera, válvulas de prato, válvulas direcionais, etc.

Esta validade é definida pela norma DIN - ISO 1219.

As válvulas, segundo as suas funções, serão subdivididas em cinco grupos:

- Válvulas direcionais
- Válvulas de dupla ação
- Válvulas de pressão
- Válvulas de fluxo (vazão)
- Válvulas de fechamento

Válvulas Direcionais

São aparelhos que influenciam o percurso de um fluxo de ar, principalmente as partidas, as paradas e a direção do fluxo.

Simbologia das Válvulas

É usada para válvulas de sinal e de comando e para válvulas direcionais de 2,3,4 ou 5 vias. Estes símbolos não explicam nada a respeito da construção, mas somente a função da válvula.

Em esquemas pneumáticos usam-se símbolos para descrição de válvulas.



As válvulas simbolizam-se com quadrados

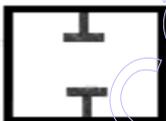


O número de quadrados unidos indica o número de posições de comando da válvula

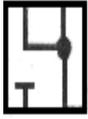
A função e o modo de atuar serão desenhados nos quadrados.



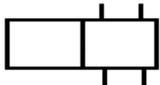
As linhas indicam as vias de passagem
As setas indicam a direção do fluxo



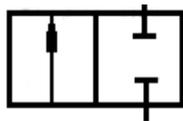
Os fechamentos são indicados dentro dos quadrados com símbolo T nas linhas horizontais superior e inferior



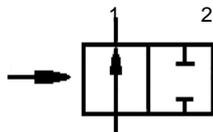
A união de vias dentro de uma válvula é simbolizada por um ponto.



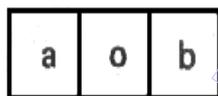
As ligações (entrada e saída) serão caracterizadas por traços externos.



Outras posições obter-se-ão por deslocamentos dos quadrados, até que se cubram as vias com as ligações.



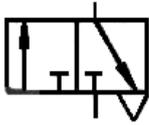
As posições de comando podem ser numeradas com algarismos arábicos



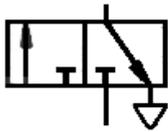
Válvula com 3 posições de comando.
Posição de meio = posição de repouso.

Define-se como posição de repouso aquela condição em que, através de molas, por exemplo, os elementos móveis da válvula são posicionados enquanto a mesma não está sendo acionada.

Posição de partida (ou inicial) será denominada aquela em que os elementos móveis da válvula assumam, após montagem na instalação e ligação da pressão da rede, bem como na possível ligação elétrica, e com a qual começa o programa previsto.



Vias de exaustão sem conexão (escape livre).
Triângulo no símbolo.



Vias de exaustão com conexão (escape controlado).
Triângulo afastado do símbolo.

Para garantir uma montagem correta das válvulas, marcam-se as ligações com letras maiúsculas.

Considere-se:

Utilizando letras

Ligações para utilização..... A, B, C
Ligação de alimentação..... P
Escapes..... R, S, T
Linha de pilotagem..... Z, Y, X

Utilizando números

Ligações para utilização..... 2,4,6..
Ligação de alimentação..... 1
Escapes..... 3,5,7..
Linha de pilotagem..... 12,14,16,18..

Resumo das Válvulas Direcionais

| Denominação | Posição | Símbolo |
|-------------|---------|---------|
|-------------|---------|---------|

| | | |
|------------------------------------|---------------------|--|
| Válvula direcional de 2 vias (2/2) | Normal fechado = NF | |
|------------------------------------|---------------------|--|

| Denominação | Posição | Símbolo |
|------------------------------------|-------------------------------------|---------|
| Válvula direcional de 2 vias | Normal aberto = NA | |
| Válvula direcional de 3 vias (3/2) | Normal fechado = NF | |
| Válvula direcional de 3 vias (3/2) | Normal aberto = NA | |
| Válvula direcional de 3 vias (3/3) | Posição de repouso (centro fechado) | |

| | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|--|
| Válvula direcional de 4 vias (4/2) | 1 via em pressão 1 via em exaustão | |
| Válvula direcional de 4 vias (4/3) | Posição de repouso (centro fechado) | |

| Denominação | Posição | Símbolo |
|------------------------------------|--------------------------------------|---------|
| Válvula direcional de 4 vias (4/3) | Posição de repouso A e B em exaustão | |
| Válvula direcional de 5 vias (5/2) | 2 escapes | |
| Válvula direcional de 6 vias (6/3) | 3 posições de fluxo | |

A denominação de uma válvula depende do número das ligações comandadas e do número das posições de comando.

O primeiro número indica as direções, quer dizer, as ligações comandadas.

O segundo número indica as posições de comando da válvula.

EXEMPLOS: Válvula direcional de 3 vias (3/2)

3 ligações comandadas
2 posições de comando (2 quadrados)

Válvula direcional de 4 vias (4/3)

4 ligações comandadas
3 posições de comando (3 quadrados)

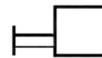
Tipos de Acionamentos de Válvulas

Conforme a necessidade, podem ser adicionados às válvulas direcionais os mais diferentes tipos de acionamento.

Os símbolos de acionamento desenham-se horizontalmente nos quadrados.

Acionamento Manual

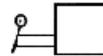
Geral ou manual



Por botão



Por alavanca

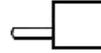


Por pedal



Acionamento Mecânico

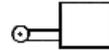
Por apalpador



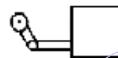
Por mola



Por rolete apalpador



Por rolete apalpador
escamoteável
(gatilho)

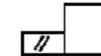


Acionamento Elétrico

1 enrolamento Por eletro-
ímã com (bobina solenóide)



Com 2 enrolamentos ativos
no mesmo sentido



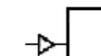
Com 2 enrolamentos ativos
em sentido contrário



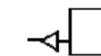
Acionamento a Pressão

Acionamento direto:

Por acréscimo de pressão
(positivo)



Por acionamento de pressão
diferencial

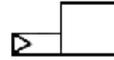


Por decréscimo de pressão
(negativo)

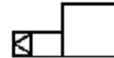


Acionamento indireto:

Por acréscimo de pressão na válvula de pré-comando

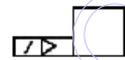


Por decréscimo de pressão na válvula de pré-comando

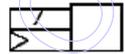


Acionamento Combinado

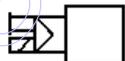
Por eletro-ímã e válvula de pré-comando (acionamento E)



Por eletro-ímã ou válvula de pré-comando (acionamento OU)



Por eletro-ímã e válvula de pré-comando ou manual (acionamento E/OU)



Válvulas de sede esféricas

A construção das válvulas de sede esférica é muito simples e, portanto, de preço vantajoso.

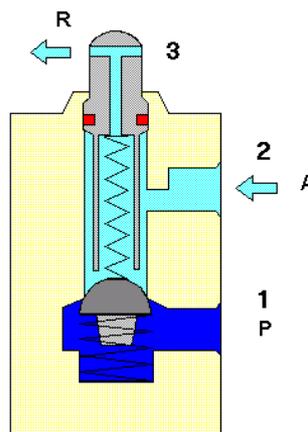


Fig. 01

Uma mola aperta a esfera contra a sede, evitando que o ar comprimido passe da ligação da pressão P para o canal de trabalho A . Por acionamento da haste de válvula, afasta-se a esfera da sede. Para isto, é necessário vencer a força da mola e a força do ar comprimido. Estas válvulas são válvulas

direcionais de 2 vias, pois tem 2 posições de comando (aberto e fechado) e 2 ligações comandadas. Com um canal de exaustão pela haste elas podem se empregadas também como válvulas de 3 vias.

O acionamento das válvulas efetua-se manual ou mecanicamente.

Válvulas de Sede Prato

As válvulas mostradas nas figuras seguintes, são construídas e baseadas no próprio princípio de sede de prato. Elas têm uma vedação simples e boa. O tempo de reação é curto. Um pequeno movimento de curso libera uma área bastante grande para o fluxo de ar. Também estas, com sede esférica, são insensíveis à sujeira e têm uma longa vida útil.

Valvula Direcional 3/2 vias NF

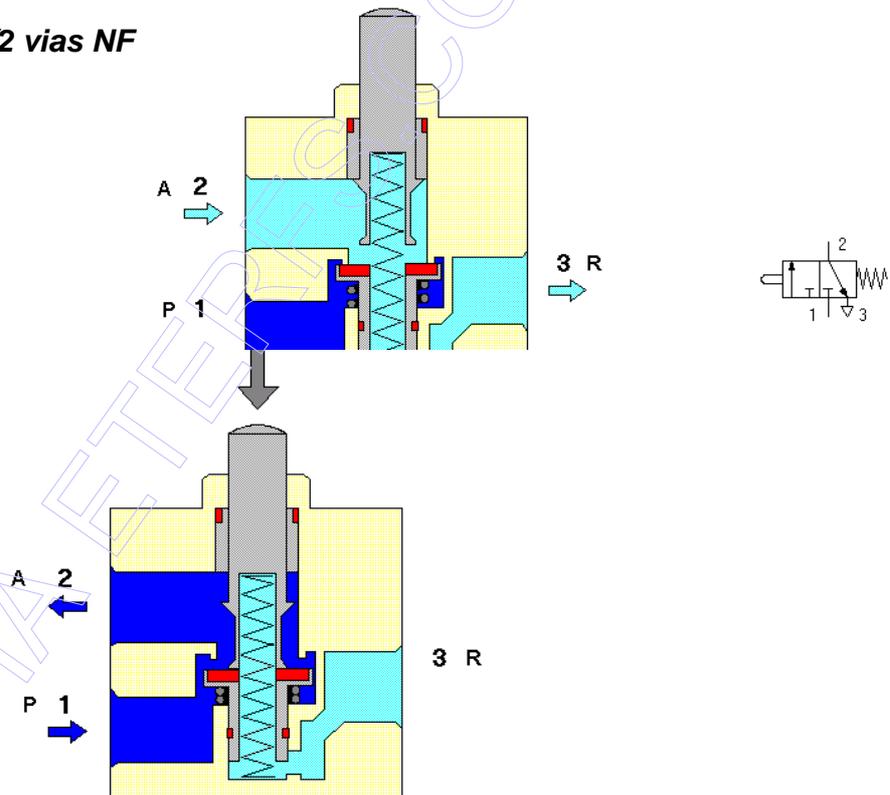


Fig. 02

Válvula Direcional 3/2 vias NA

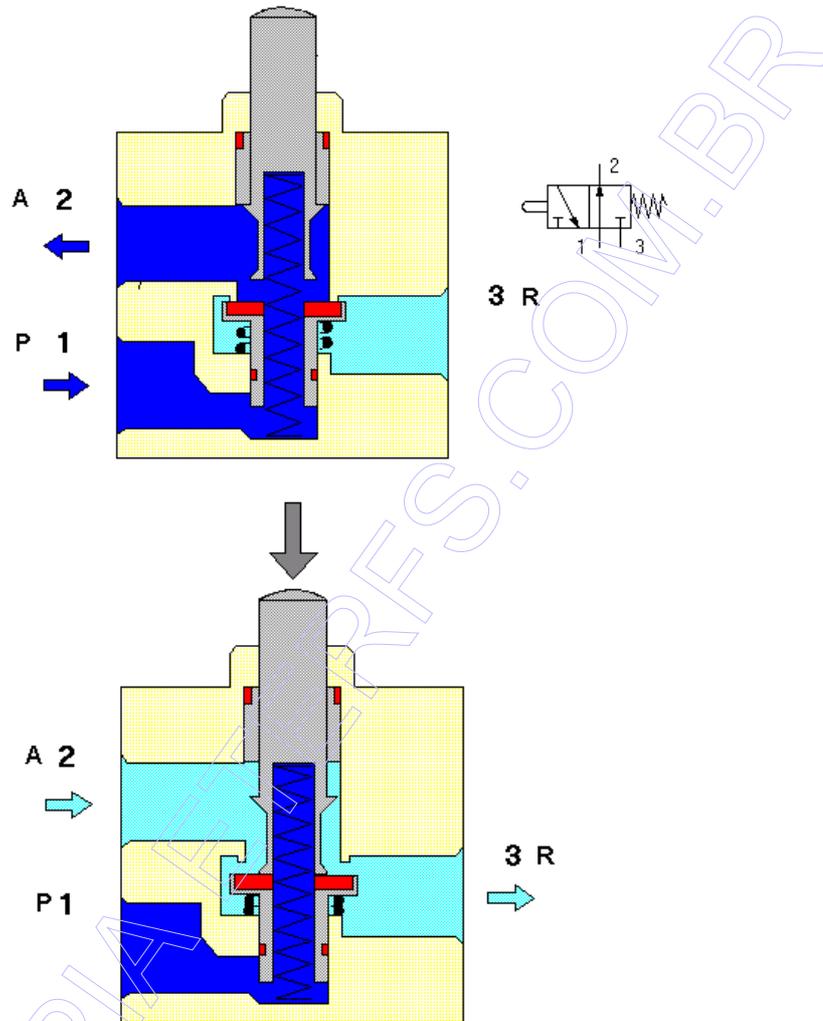
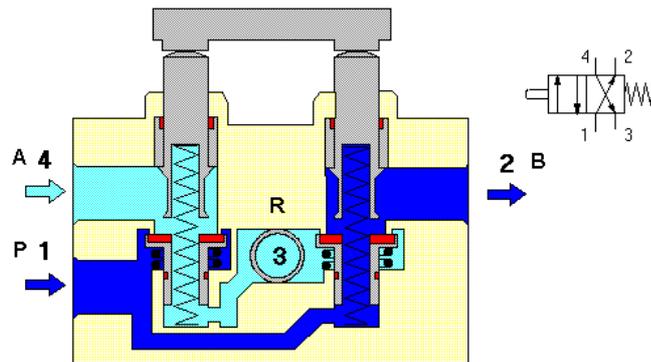


Fig. 03

Válvula Direcional 4/2 vias



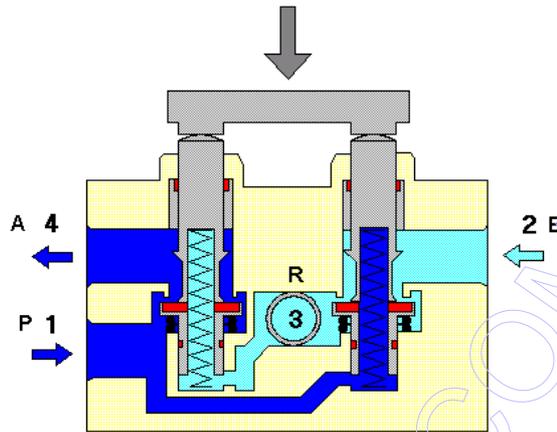


Fig.04

Válvula Direcional 3/2 vias NF (acionada por pressão piloto)

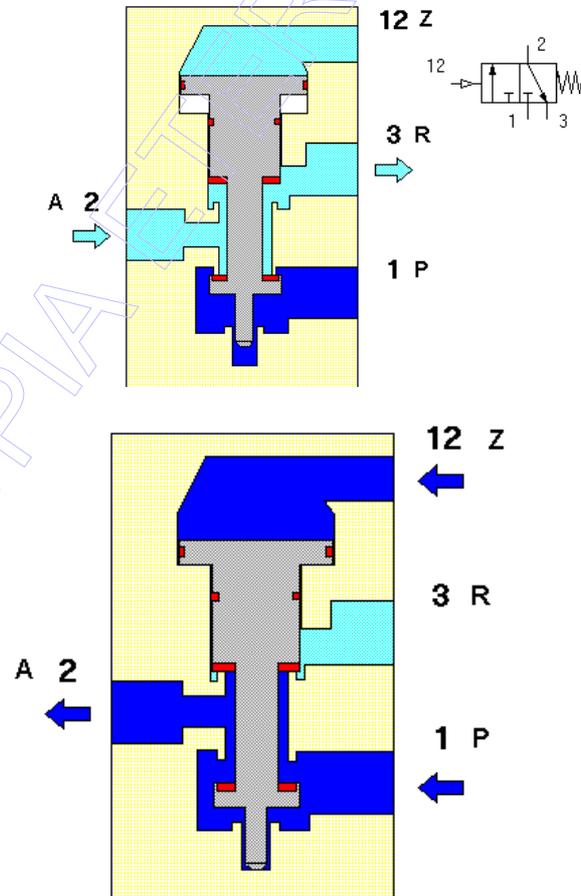


Fig. 05

Válvulas Eletro-Magnéticas

Estas válvulas empregam-se onde o impulso de comando parte de um introdutor, processador ou conversor de sinal elétrico.

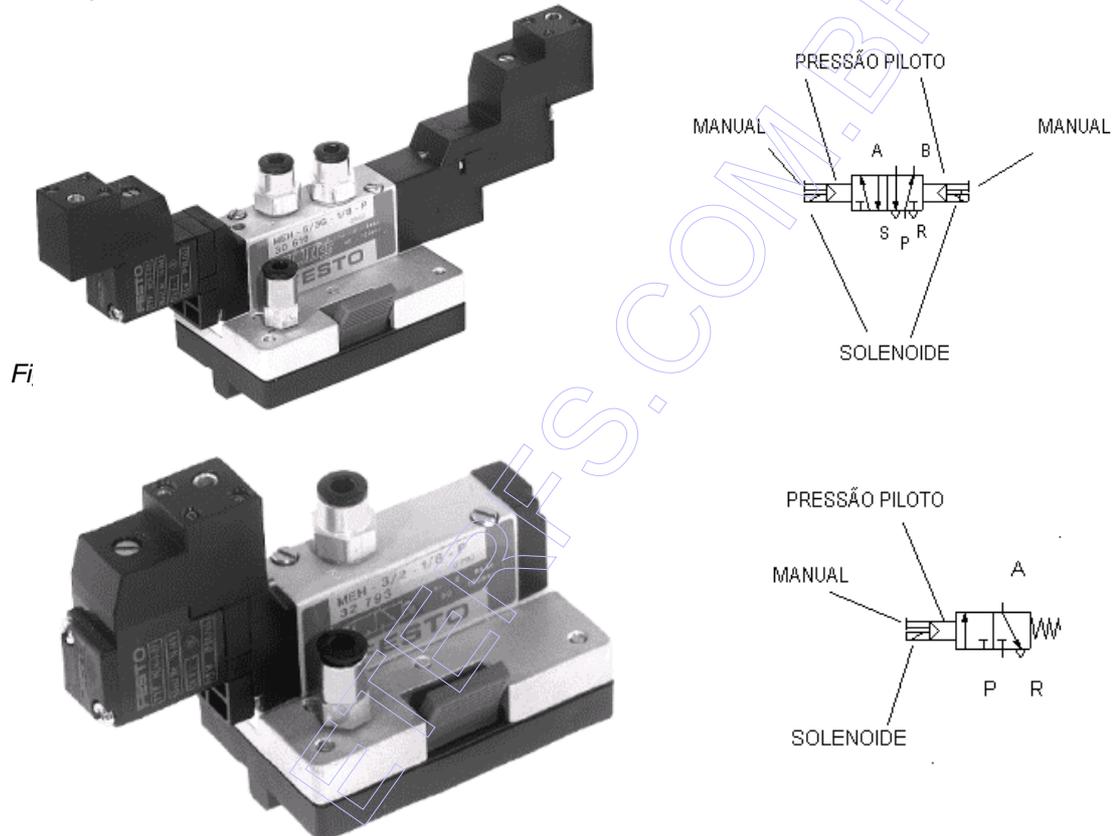


Fig. 7

Válvula Corrediça Longitudinal

Esta válvula tem como elemento de comando um carretel que seleciona as ligações mediante seu movimento longitudinal.

A força atuadora é pequena, pois não é necessário superar a pressão de ar ou a da mola, ambas inexistentes (estes tipos de pressão só existem nos princípios de sede esférica e de prato).

Nesta válvula (corrediça), fig.08, são possíveis todos os tipos de acionamentos: manual, mecânico, elétrico e pneumático. O mesmo é válido também para o retorno à posição inicial. O curso é consideravelmente mais longo do que em válvulas de sede.

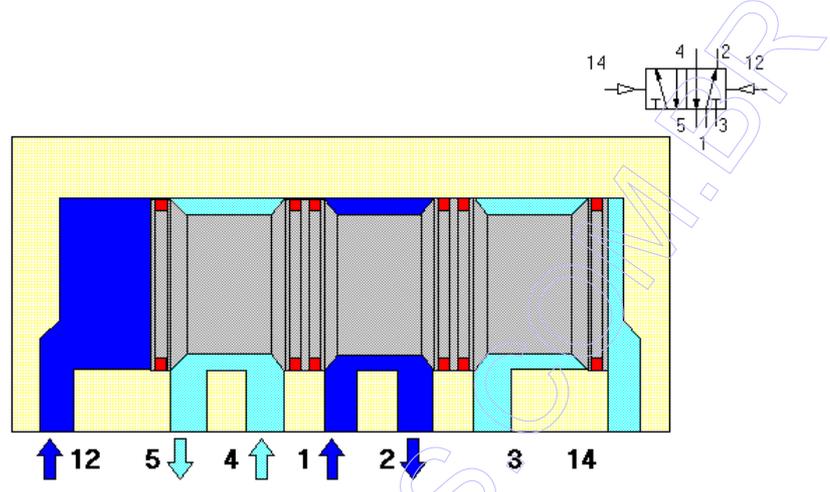


Fig. 08

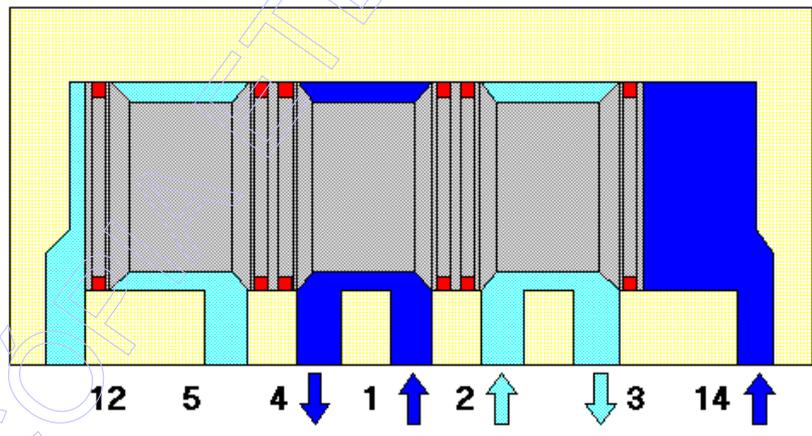


Fig. 09

Válvulas de Retenção

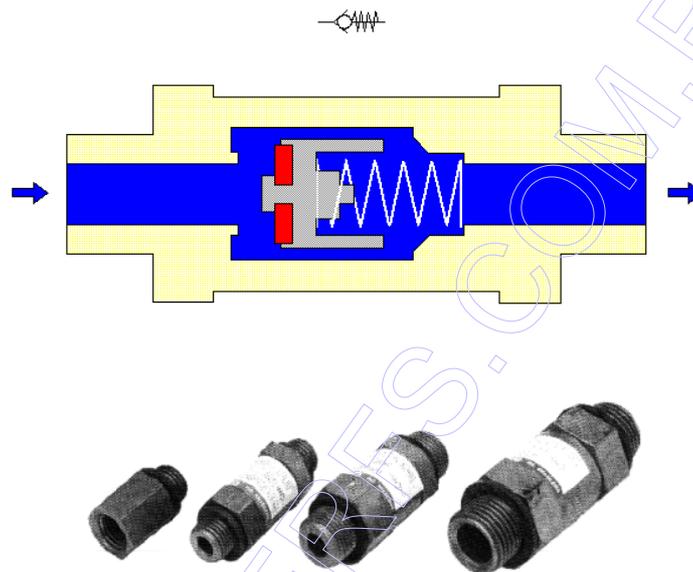


Fig. 10

Válvula de Dupla Ação

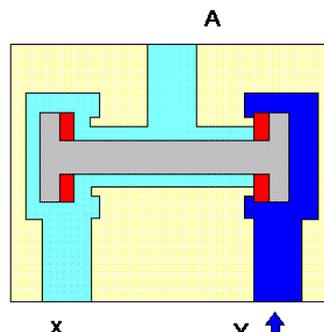
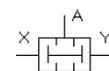
Válvula de Simultaneidade Ou (Elemento E)

Esta válvula tem duas entradas P_1 (X) e P_2 (Y) e uma saída 2 (A). O fluxo de ar comprimido somente é liberado quando os dois sinais de entrada estão em atividade.

Um sinal de entrada em P_1 ou P_2 impede o fluxo em virtude das forças diferenciais no carretel corrediço. Existindo diferença de tempo nos sinais de entrada, o sinal atrasado vai para a saída.

Quando há diferença de pressão dos sinais de entrada, a pressão maior fecha a válvula e a pressão menor vai para a saída A.

Emprega-se esta válvula principalmente em comandos de bloqueio e comandos de segurança.



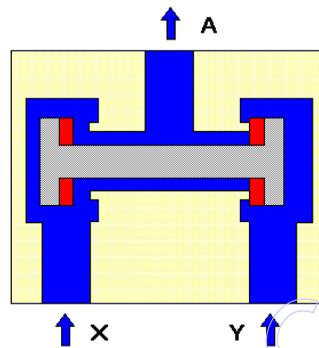


Fig.11

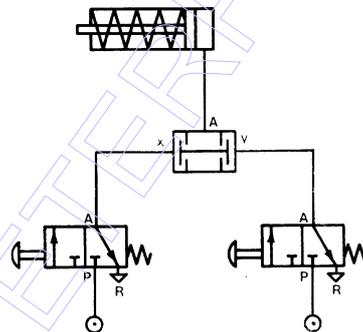


Fig. 12

Válvula Alternadora Ou (Elemento Ou)

Também chamada "válvula de comando duplo ou válvula de dupla retenção".

Esta válvula tem duas entradas P_1 (X) e P_2 (Y) e uma saída 2 (A). Entrando ar comprimido em P_1 a esfera fecha a entrada P_2 e o ar flui de P_1 para A . Em sentido contrário, quando o ar flui de P_2 para A , a entrada P_1 será fechada.

No retorno do ar, quer dizer, 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.

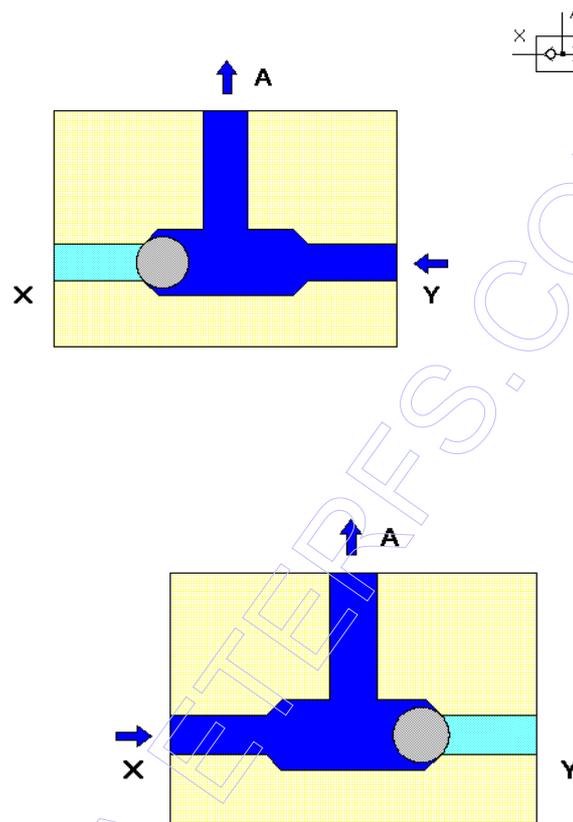
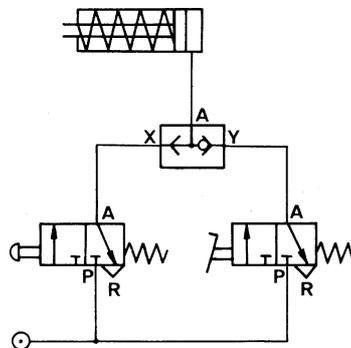


Fig.13

Exemplo:

Um cilindro deve ser acionado manualmente e por pedal.



Comando de Cilindros de Ação Simples

Fig.14

Válvulas de Pressão

Válvula de Escape Rápido

São empregadas para aumentar a velocidade do êmbolo em cilindros. Economiza-se longo tempo de retorno, especialmente em cilindros de ação simples.

É importante montar a válvula de escape rápido diretamente no cilindro ou tão perto quanto possível do mesmo.

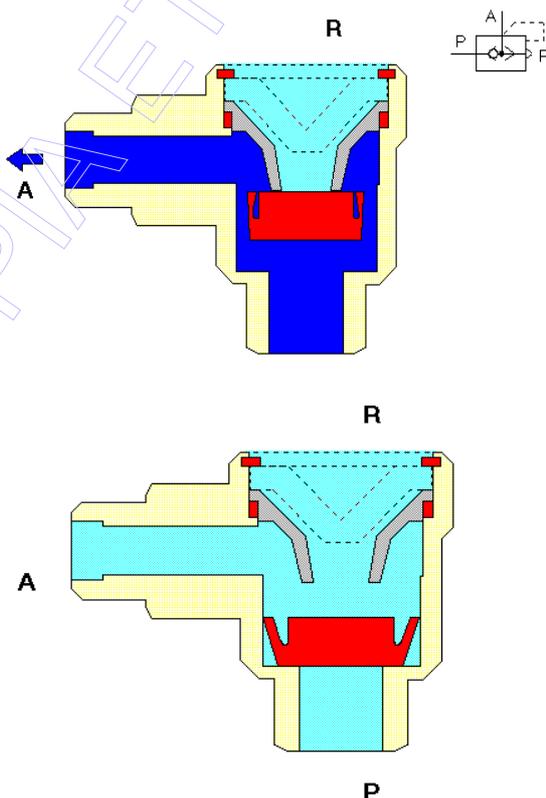


Fig. 15

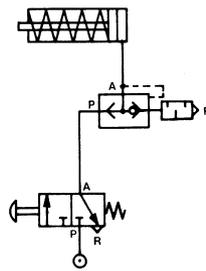


Fig.16

Acionamento Pneumático com Comutação Retardada (Válvula Retardadora)

Esta unidade consiste de uma válvula direcional de 3 vias, com acionamento pneumático, de uma válvula reguladora de fluxo e de um reservatório de ar.

➤ **Função:**

O ar de comando flui da entrada Z para a válvula reguladora de fluxo e de lá, através da área regulada, com velocidade e pressão diferentes, para o reservatório.

Alcançada a necessária pressão de comando, o êmbolo de comando abre a mola contra a pressão de ar na sede da válvula, dando passagem ao ar principal de P para A. A abertura efetua-se instantaneamente (válvula de sede). O tempo de aumento da pressão no reservatório é igual ao do retardamento do comando da válvula.

Se a válvula retardadora deve outra vez retornar à posição inicial, é necessário esvaziar o canal de comando Z. O ar do reservatório escapa através do sistema de retenção da válvula de regulagem e dos canais de comando. A mola da válvula direcional de 3 vias pressiona o prato da válvula contra a sede, fechando instantaneamente a mesma.

O tempo de retardo é de 1 - 30 segundos, mas também pode por montagem de reservatórios suplementares, ser prolongado. Com ar limpo constante, alcança-se um tempo de acionamento preciso.

➤ **Símbolos:**

Válvula em posição de repouso fechada. A válvula direcional de 3 vias se abre quando, através da válvula reguladora de fluxo, a pressão de comando aumenta.

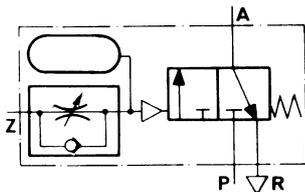


Fig.17

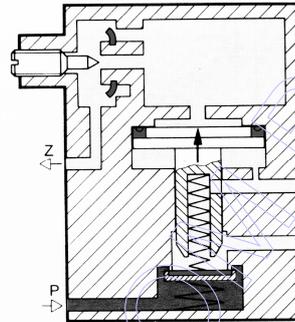


Fig.18

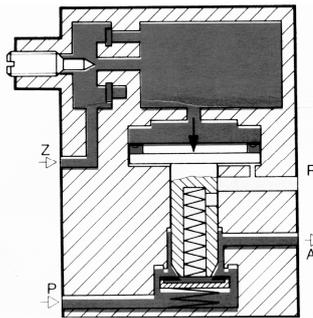


Fig. 19

Válvula em posição de repouso aberta. A válvula direcional de 3 vias se fecha quando, através da válvula reguladora de fluxo, a pressão de comando aumenta.

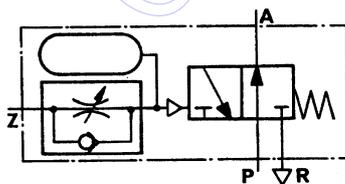


Fig. 20

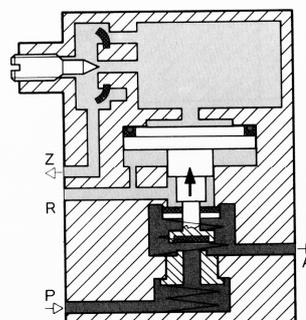


Fig. 21

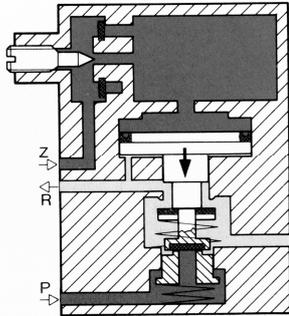


Fig. 22

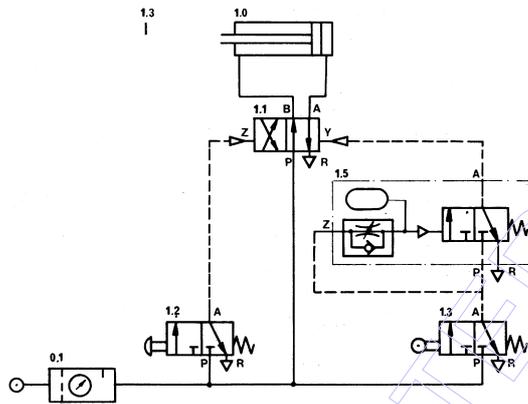


Fig. 23

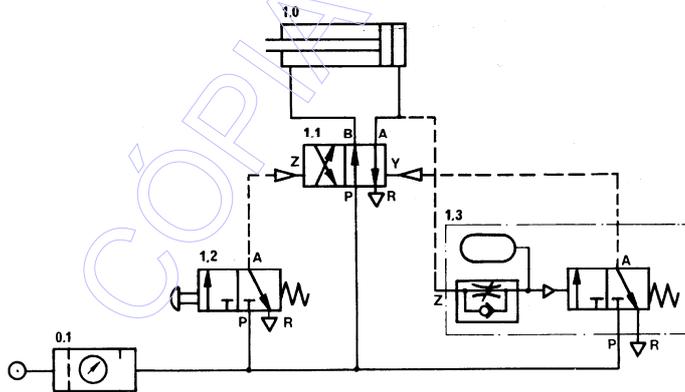


Fig. 24

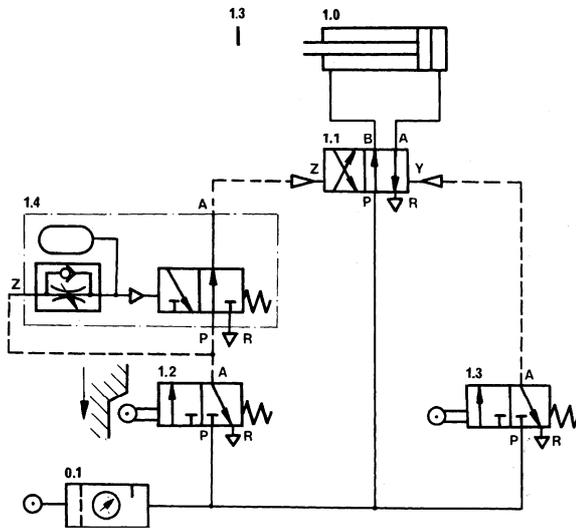


Fig. 25

Válvulas de Roletes Escamoteáveis (Válvula Gatilho)

Válvulas de roletes escamoteáveis só podem ser acionadas em um sentido.

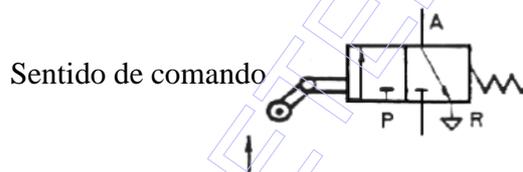


Fig. 26

Por este motivo deve-se indicar no esquema de comando de sistema, as flechas de ataque que indicam o sentido de comando dos elementos (Roletes escamoteáveis).

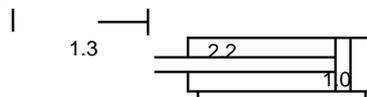


Fig. 27

As linhas de marcação indicam que na posição final de curso dianteira se comanda o elemento de sinal, 1.3 e no retrocesso do cilindro se comanda o

elemento de sinal 2.2. A flecha indica que se trata de uma válvula com roletes escamoteáveis, que só é acionada no retrocesso do cilindro.

Válvulas de Fluxo (Vazão)

Válvula Reguladora de Vazão

Também conhecida como "válvula reguladora de velocidade".

Existem 3 tipos:

Fixa (Fig.28) e variável (Fig.29), que são bidirecionais (controla o fluxo nos dois sentidos)

Com retenção, que é unidirecional (controladora unidirecional, Fig.30)

Nesta válvula a regulagem da vazão é feita somente em uma direção. Uma válvula de retenção fecha a passagem numa direção e o ar pode fluir somente através da área regulada.

Em sentido contrário, passa o ar livre através da válvula de retenção aberta. Empregam-se estas válvulas para a regulagem da velocidade em cilindros pneumáticos, sendo esta válvula a mais usada.

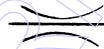


Fig. 28

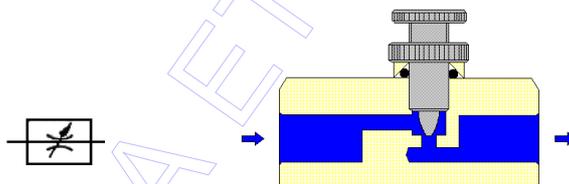
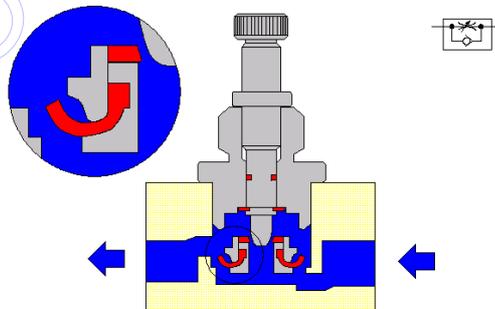


Fig. 29



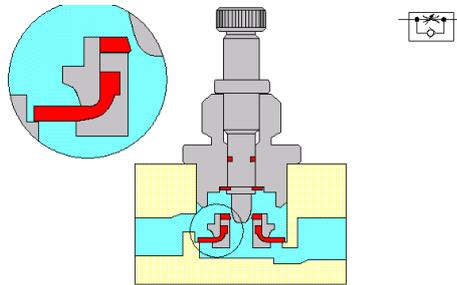


Fig. 30

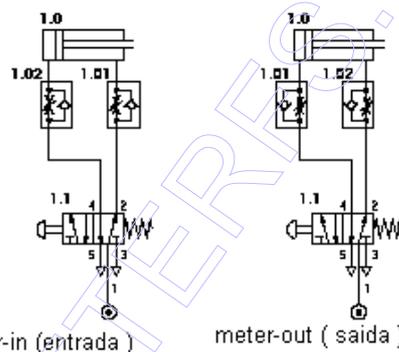


Fig. 31

Válvula de Bloqueio

Estas válvulas são aparelhos que fecham a passagem em uma direção, dando passagem em direção contrária.

A própria pressão aciona a peça vedante e ajuda com isto a vedação da válvula.

Válvula de Retenção

Ela pode ser simples ou com mola. Esta válvula pode fechar completamente em uma direção. Em direção contrária, passa o ar com a mínima queda possível de pressão.

O fechamento de uma direção pode ser feito por cone, esfera, placa ou membrana.

➤ Símbolos:

Válvula de bloqueio se fechando por atuação de uma força sobre a peça vedante (simples).

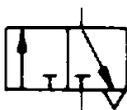
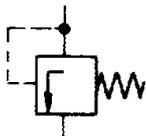
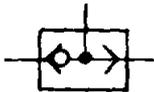


Com contra pressão. Por exemplo: mola, fechamento quando a pressão de saída é maior ou igual à pressão de entrada.



Exercícios:

- a) Os comandos pneumáticos consistem de _____.
- b) Defina válvulas.
- c) que são válvulas direcionais?
- d) Dê o nome e a função dos seguintes símbolos:



- e) Desenhar o esquema correspondente aos seguintes movimentos de um cilindro:
 - i. Avança por uma válvula botão OU, por uma válvula pedal (movimento alternado elemento OU).
 - ii. Retorna por si.
 - iii. Velocidade de avanço controlada.
- f) Explique a função da válvula de escape rápido num circuito.

Elementos Pneumáticos de Função Retilínea (Atuadores Linear de Forma Cilíndrica)

A energia pneumática será transformada por atuadores linear pneumáticos em movimentos retilíneos e pelos motores (atuadores rotativos) pneumáticos em movimentos rotativos.

Cilindros de Ação Simples

Cilindros de ação simples serão acionados por ar comprimido de um só lado, e portanto, trabalham só em uma direção.

O retrocesso efetua-se mediante uma mola (Fig.01) ou por uma força externa.

A força da mola é calculada para que ela possa retroceder o pistão à posição inicial, com uma velocidade suficientemente alta, sem absorver porém, energia elevada.



Fig.01

Estes elementos de trabalho empregam-se principalmente para fixar, expulsar, prensar, elevar, alimentar, etc. (Fig. 02 e 03)

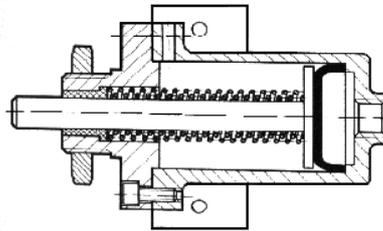


Fig. 02

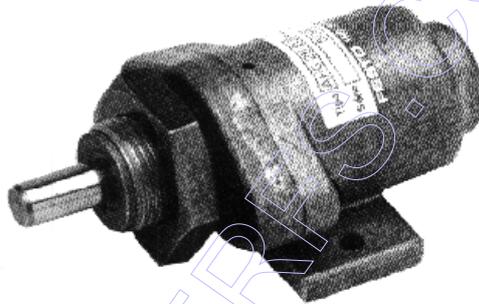


Fig. 03

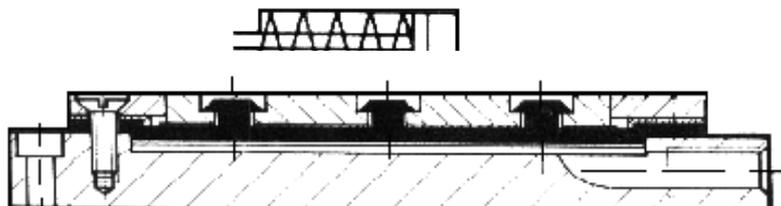
Cilindro de Membrana Plana

Estes cilindros também são conhecidos como "caixa de ar comprimido" ou "caixa de força".

Uma membrana, que pode ser de borracha, de material sintético ou também metálico, assume a tarefa do êmbolo. A haste do êmbolo é fixada no centro da membrana. Neste caso a vedação deslizante não existe. No momento existe somente o atrito, provocado pela dilatação da membrana.

Emprego: na fabricação de ferramentas e dispositivos, bem como em prensas de cunhar, rebitar e fixar.

Fig. 04



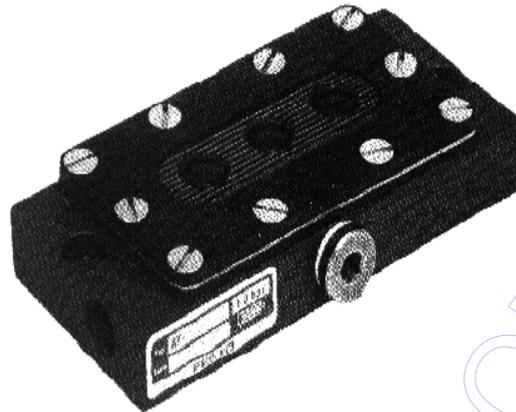


Fig. 05

Cilindros de Dupla Ação

A força do ar comprimido movimenta o pistão do cilindro de ação dupla em duas direções. Será produzida uma determinada força no avanço, bem como no retrocesso.

Cilindros de ação dupla são utilizados especialmente onde é necessário também em retrocesso, exercer uma função de trabalho. O curso, em princípio, é limitado, porém, é importante levar em consideração a deformação por flexão e flambagem.

A vedação aqui, efetua-se mediante êmbolo com gaxeta de dupla vedação.

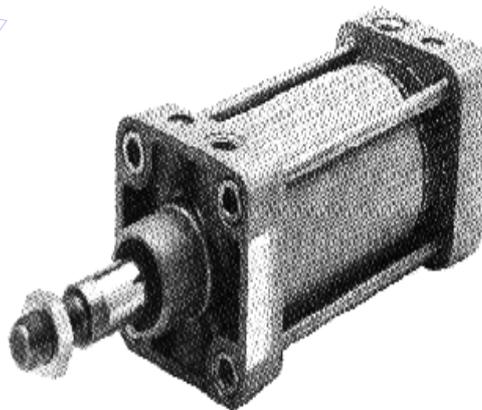


Fig.06

Cilindro com Haste Passante de Ambos os Lados

Este cilindro de haste passante tem algumas vantagens.

A haste é melhor guiada devido a dois mancais de guia. Isto possibilita a admissão de uma ligeira carga lateral. Os elementos sinalizadores podem ser montados na parte livre da haste do êmbolo.

Neste caso, a força é igual em ambos os lados (mesma área de pressão).

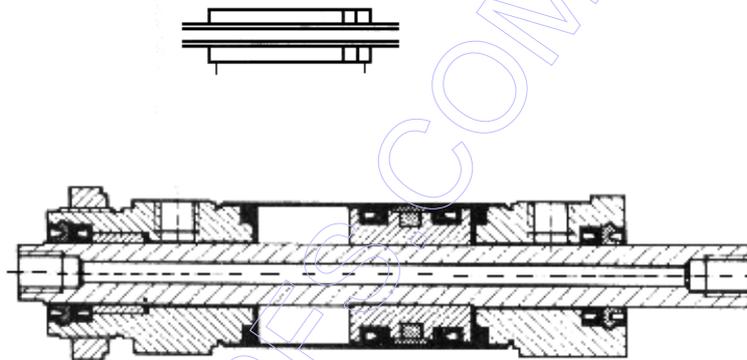


Fig.07

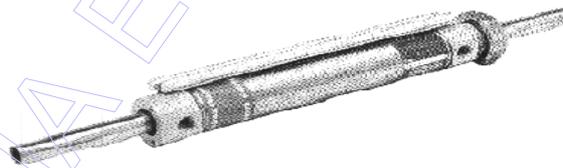


Fig.0 8

Cilindro com Amortecimento nos Fins de Curso

Quando volumes grandes e pesados são movimentados por um cilindro, emprega-se um sistema de amortecimento para evitar impactos secos ou até danificações.

Antes de alcançar a posição final, um êmbolo de amortecimento interrompe o escape direto do ar, deixando somente uma passagem pequena, geralmente regulável.

Com o escape do ar mais estreito ou apertado, cria-se uma sobrepressão que, para ser vencida, absorve grande parte da energia e resulta em perda de velocidade nos fins de curso.

Invertendo o movimento do êmbolo, o ar entra sem impedimento pelas válvulas no cilindro e o êmbolo pode, com força e velocidade total, retroceder.

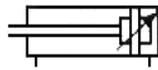


Fig. 09

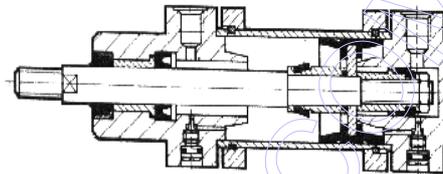


Fig. 10

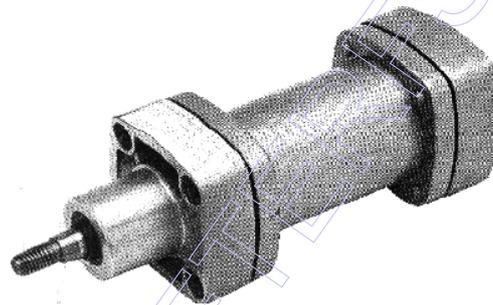


Fig.11

Motores Pneumáticos

Os motores pneumáticos estão classificados, segundo a construção, como:

- Motor de pistão
- Motor de palhetas
- Motor de engrenagens
- Turbo-motores

Motores de Pistão

Este tipo está sub-classificado em motores de pistão radial (Fig.12) e axial (Fig.13). Por pistões em movimento inverso, através de uma biela, o ar aciona o eixo motor. Para que seja garantido um movimento sem golpes e vibrações são necessários vários cilindros. A capacidade dos motores depende da pressão da entrada, número de pistões, área dos pistões e do curso dos mesmos.

Motores pneumáticos existem com rotação à direita e à esquerda.
A rotação máxima está fixada em 5000 rpm.

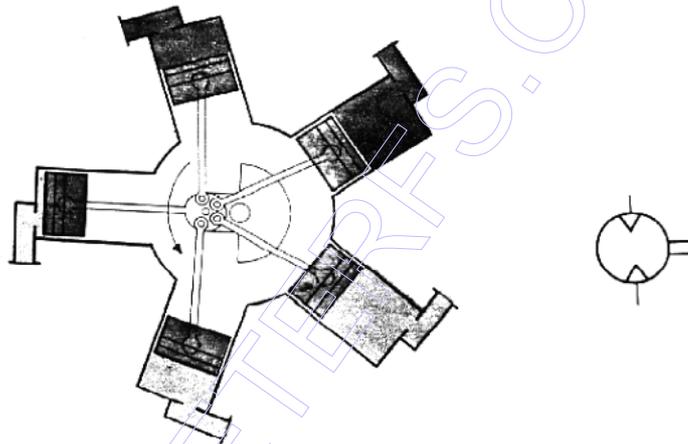


Fig.12

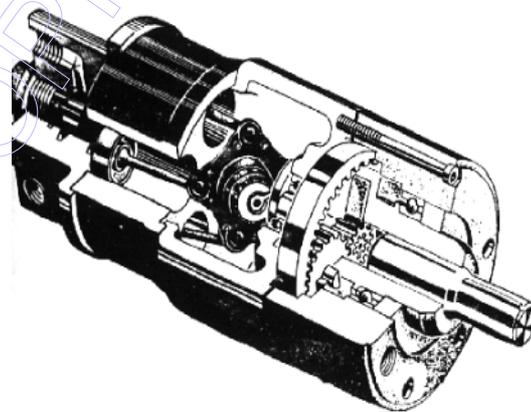


Fig.13

Motor de Palhetas

Graças à construção simples e de pequeno peso, os motores pneumáticos geralmente são fabricados como máquinas rotativas com palhetas.

As palhetas colocadas nas ranhuras serão, pela força centrífuga, prensadas contra a parede interna do cilindro (Fig.14). A vedação individual das câmaras é garantida.

Por meio de pequena quantidade de ar, as palhetas serão prensadas contra a parede interna do cilindro, já antes de acionar o motor.

A velocidade do rotor é de 3000 rpm a 8500 rpm.

Existem unidades com rotação à direita e à esquerda.

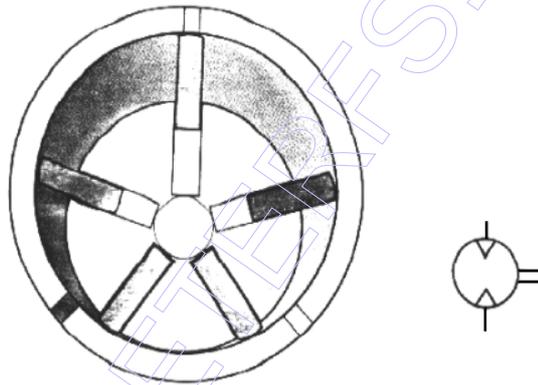


Fig.14

Motor de Engrenagem

A geração do momento de torção efetua-se nesta construção pela pressão de ar contra os flancos dos dentes de duas engrenagens engrenadas.

Uma engrenagem é montada fixa no eixo do motor, a outra livre no outro eixo.

Turbo-Motores

Turbo-motores somente podem ser empregados para trabalhos leves.

O campo de rotação porém é muito amplo (em equipamentos dentários até 500.000 rpm).

Exercícios:

- a) Descrever as características de cilindros de simples e dupla ação.
- b) Desenhar os símbolos de cilindros de simples ação.
- c) Como estão classificados os motores pneumáticos, segundo a construção?
- d) Os motores de pistão estão sub-classificados em _____ e _____.
- e) O que determina a velocidade de um atuador pneumático (cilindros e motores pneumáticos)?

Desenvolvimento de uma Função (Representação de um Esquema de Comando)

Tem-se falado de comandos básicos mais comuns e muitas vezes suficientes para a montagem de instalações simples de comando.

Quando os procedimentos de comando são um pouco mais complicados e se devem reparar instalações de certa envergadura, é uma grande ajuda para o técnico de manutenção dispor dos esquemas de comando e seqüências, segundo o desenvolvimento de trabalho das máquinas.

Na maioria dos casos existem estes esquemas. Quando o pessoal de manutenção não os utiliza corretamente, o motivo deve encontrar-se na má confecção dos mesmos ou em sua simbologia incompreensível.

A segurança na interpretação de esquemas torna impossível, por parte de muitos, a montagem ou a busca de defeitos de forma sistemática.

Chegado a este ponto, pode-se considerar pouco rentável ter que basear a montagem ou busca de defeitos em testes e adivinhações. É preferível antes de iniciar qualquer montagem ou busca de avaria, realizar um estudo do esquema de comando e a seqüência da máquina para ganhar tempo posteriormente. Para poder levar os esquemas de comando e seqüências para a prática é necessário conhecer todas as possibilidades e procedimentos normais de representação dos mesmos.

Exemplo: Dispositivo de dobra e estampagem.

Manualmente são colocadas chapas de metal. Mediante um cilindro pneumático a chapa é fixada. Com outros dois cilindros a chapa é dobrada e um outro efetua a estampagem.

Esboço:

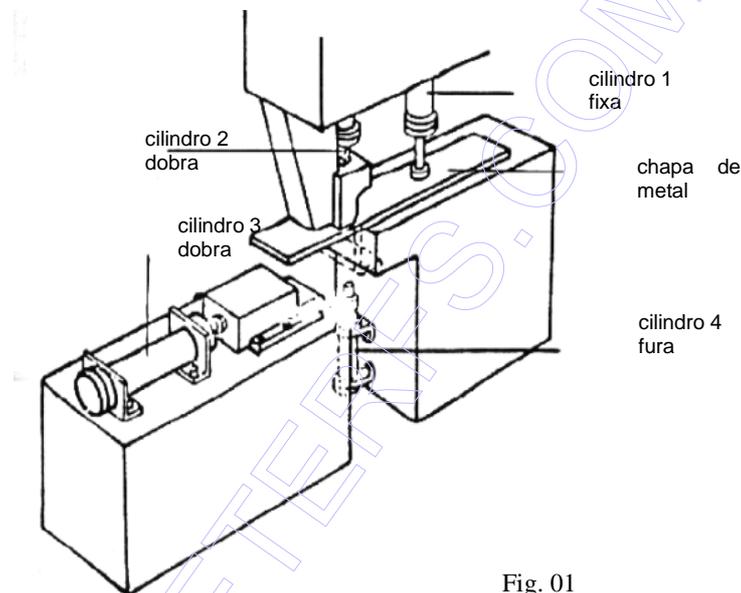


Fig. 01

Formas de Representação

Ciclo em Seqüência Cronológica

- Cilindro 1 Avança e fixa a peça
- Cilindro 2 Primeira fase de dobra
- Cilindro 3 Segunda fase de dobra
- Cilindro 3 Retorna à posição inicial
- Cilindro 4 Avança e executa um furo de 4 mm
- Cilindro 4 Retorna à posição inicial

Cilindro 2 Retorna à posição inicial

Cilindro 1 Retorna e solta a peça

Anotações em Tabela

| FASES DO TRABALHO | CILINDRO 1 | CILINDRO 2 | CILINDRO 3 | CILINDRO 4 |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | AVANÇA | - | - | - |
| 2 | - | AVANÇA | - | - |
| 3 | - | - | AVANÇA | - |
| 4 | - | - | RETORNA | - |
| 5 | - | - | - | AVANÇA |
| 6 | - | - | - | RETORNA |
| 7 | - | RETORNA | - | - |
| 8 | RETORNA | - | - | - |

Indicação Vetorial (Abreviações)

| | | |
|------------|---|--------------|
| Cilindro 1 | → | Cilindro 1 + |
| Cilindro 2 | → | Cilindro 2 + |
| Cilindro 3 | → | Cilindro 3 + |
| Cilindro 3 | ← | Cilindro 3 - |
| Cilindro 4 | → | Cilindro 4 + |
| Cilindro 4 | ← | Cilindro 4 - |
| Cilindro 2 | ← | Cilindro 2 - |
| Cilindro 1 | ← | Cilindro 1 - |
| Avançado | → | Avançado + |
| Recuado | ← | Recuado - |

Diagrama de Movimentos (Representação Gráfica)

No diagrama de movimentos mostra-se os deslocamentos e estados dos elementos de trabalho (cilindros, unidades de construção, etc.)

São conhecidos dois tipos de diagrama de movimentos:

- Diagrama espaço – fase
- Diagrama espaço – tempo

Diagrama Espaço - Fase

Para cada elemento de trabalho está indicada uma faixa, a qual limita o curso do elemento.

A linha inferior indica a posição recuado. A linha superior indica a posição avançado. Os passos 1-2-3-4... indicam no diagrama, que posição ocupa o cilindro (Recuado ou Avançado).

Um exemplo com o dispositivo de estampar.

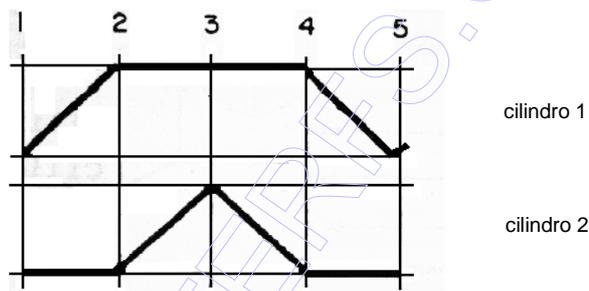


Fig.02

Da fase 1 para a fase 2 avança o cilindro 1 para a posição dianteira. Na fase 2 chega à posição dianteira e o cilindro 2 pode avançar da fase 2 a fase 3.

Na fase 3 o cilindro 2 chegou à sua posição dianteira e retorna da fase 3 à fase 4 para sua posição inicial.

Da fase 4 à fase 5 recua o cilindro 1 da posição dianteira para a posição inicial. Ambos cilindros tem retrocedido às suas respectivas posições de saída, segundo o diagrama.

O diagrama espaço-fase indica de forma clara as ligações individuais.

Diagrama Espaço - Tempo

Cada elemento recebe também neste diagrama uma faixa horizontal, a qual limita o curso do elemento de trabalho, só que se indica o movimento do elemento em função do tempo.

Por meio das linhas de conexão se representa no diagrama espaço-tempo a conexão passo por passo individualmente dos elementos de trabalho.

No exemplo com dispositivo de estampar temos o seguinte resultado:

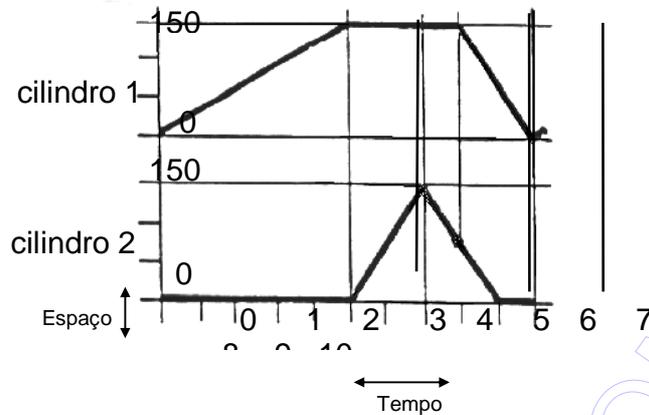


Fig.03

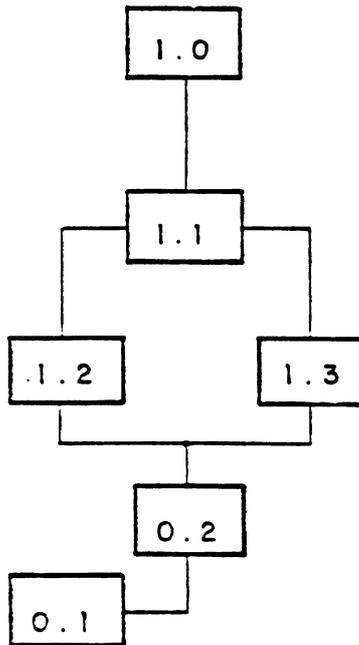
Do diagrama espaço-tempo indicado acima, se pode ter o tempo dos movimentos de avanço e retrocesso de cada elemento de trabalho.

No diagrama espaço-tempo é indicado de forma fácil e bem visível as interseções e as diferentes velocidades de trabalho dos elementos.

Exercícios:

- a) Dê dois tipos de forma de representação de um diagrama pneumático.
- b) O que mostra um diagrama de movimentos?
- c) Como se divide o diagrama de movimentos?
- d) Faça um diagrama de movimento (espaço e fase) com os seguintes movimentos:
 - Cilindro 1.0 prende
 - Cilindro 2.0 usina
 - Cilindro 3.0 expulsão dos mesmos.

Numeração dos Elementos



Elementos de trabalho (cilindros, motores pneumáticos, unidade de avanço, etc.)

Elementos de comando (válvula bidirecional bipiloto 4/2 vias)

Elementos de sinal (válvula direcional 3/2 vias)

Elementos auxiliares (Unidade de manutenção, válvula de abertura e fechamento).

Um elemento de trabalho com as correspondentes vaivuias e considerado como cadeia de comando, n° 1, 2, etc.)

Por isto, o primeiro número da denominação do elemento indica a que cadeia de comando pertence o elemento.

O número depois do ponto (1.2, 1.3, 1.6, 2.3) indica de que elemento se trata (Ver apresentação acima).

1.0, 2.0, 3.0,... Elemento de trabalho (cilindro, unidades de avanço, etc.)

1.1, 2.1, 3.1,... Elemento de comando

Exemplo:

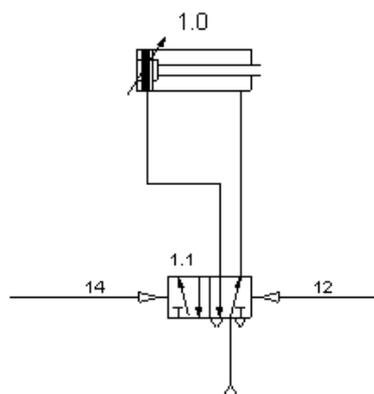


Fig.01

1.2, 1.4, 2.2, 2.6, 3.2,... Elementos de sinal.

Estes elementos de sinal tem um número final par e influenciam normalmente o avanço do elemento de trabalho.

Exemplo:

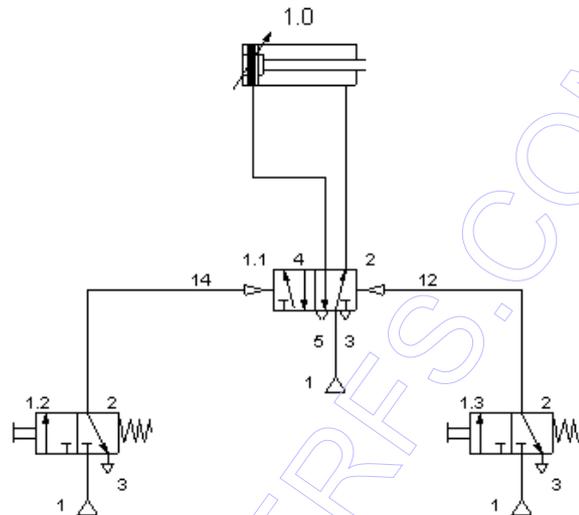


Fig.02

1.3, 1.5, 2.3, 2.5, 3.3,... Elemento de sinal.

Estes elementos de sinal têm um número final ímpar e influenciam normalmente no retrocesso do elemento de trabalho.

Exemplo:

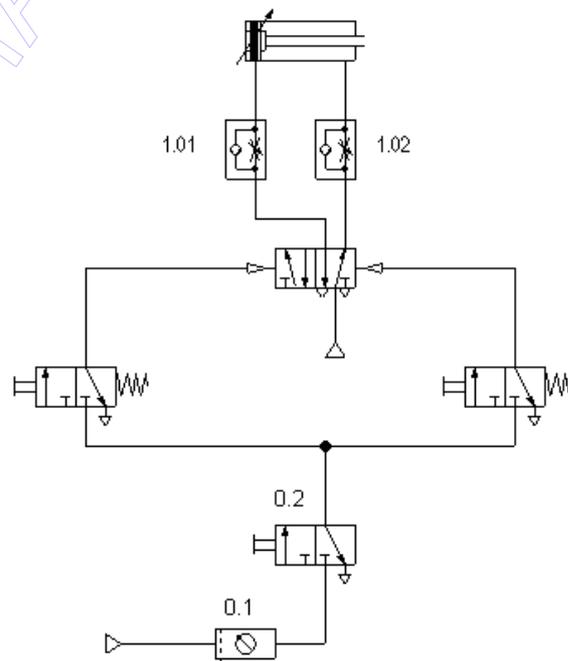


Fig.03

0.1, 0.2, 0.3,... Elementos auxiliares (Unidade de manutenção, válvula de abertura e fechamento).

Estes elementos influenciam a todas as cadeias de comando.

1.02, 1.03, 2.02,... Elementos auxiliares (Reguladores de fluxo, válvulas de escape rápido, etc.)

A denominação dos elementos de trabalho, de comando e de sinal, pode ser realizada também com letras.

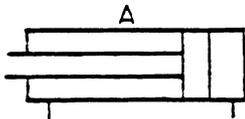


Fig. 04

A, B, C,... Denominação que recebem os elementos de trabalho.

a_1, b_1, c_1, \dots Denominação que recebem os elementos de sinal na posição final de curso dianteira.

a_0, b_0, c_0, \dots Denominação que recebem os elementos de sinal na posição final de curso traseira.

Exercícios:

a) Denominar os elementos pneumáticos através de números:

- Cilindros e motores.....
- Elementos de comando.....
- Elementos de sinal.....
- Elementos auxiliares.....

b) O que é uma cadeia de comando?

c) Quais os elementos que influenciam em todas as cadeias de comando?

Construção de Esquemas de Comando

Tal como, no diagrama de movimentos, temos também na construção dos esquemas de comando duas possibilidades. Ambas indicam a mesma coisa.

Podem ser:

- Esquema de comando de posição.
- Esquema de comando de sistema.

As vantagens e inconvenientes destes dois tipos de esquemas de comando estão indicadas a seguir.

Esquema de Comando De Posição

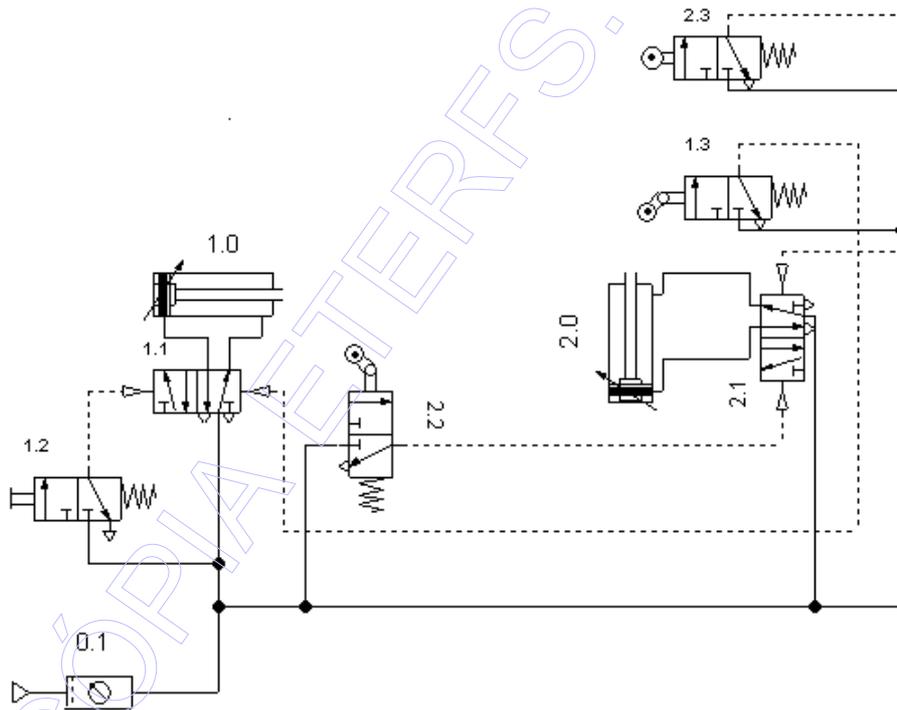


Fig. 01

Tal como podemos verificar é um esquema de comando em que são simbolizados todos os elementos (cilindros, válvulas e unidades de manutenção) onde realmente se encontram na instalação.

Esta forma de apresentação é vantajosa para o montador, porque do esquema de posição pode se ver de imediato onde realmente se devem montar os elementos.

Porém neste tipo de esquema de comando temos, como resultado, muitos cruzamentos de condutores e podem aparecer facilmente falhas na conexão dos elementos pneumáticos. Não há boa visibilidade.

Esquema de Comando de Sistema

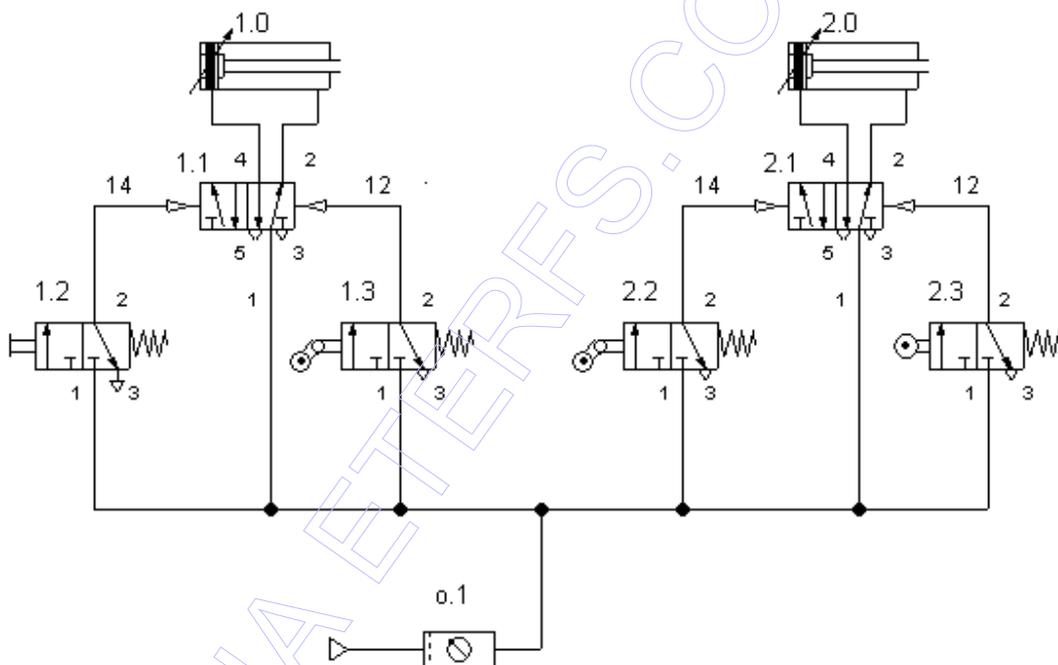


Fig. 02

O esquema de comando de sistema está baseado em uma ordenação. Esta ordenação se obtém desenhando todos os símbolos pneumáticos em sentido horizontal e dividindo o comando em cadeias de comando individuais.

A combinação de comandos básicos simples de igual ou diferentes funções dá como resultado um comando mais amplo com muitas cadeias de comando.

No esquema de comando de sistema, visível e fácil de ler, não há cruzamentos de linhas e se há é em número muito limitado.

Aos elementos pneumáticos deve-se dar uma denominação numérica. No esquema de comando devem aparecer estas denominações, para indicar a posição que ocupam diferentes elementos.

Exercícios:

- a) Descrever o funcionamento do esquema de comando de sistema.
- b) Dê exemplos das vantagens e dos inconvenientes nos esquemas de comando de posição e nos esquemas de comando de sistema.

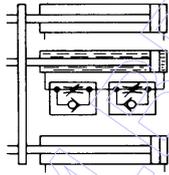
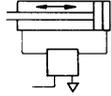
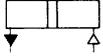
Símbolos Pneumáticos

Símbolos pneumáticos normalizados pela norma DIN 24.300 e ISO 1219

Transformação de Energia

| Denominação | Descrição | Símbolo |
|--------------------------|---|---------|
| Transformação de energia | | |
| Compressor | De deslocamento de ar constante (sempre um sentido de fluxo) | |
| Motor pneumático | De volume de deslocamento de ar constante: | |
| | Com um sentido de fluxo | |
| | Com dois sentidos de fluxo | |
| | De volume de deslocamento de ar variável: | |
| | Com um sentido de fluxo | |
| | Com dois sentidos de fluxo | |
| Motor oscilante | Pneumático (motor de ar comprimido c/ângulo de giro limitado) | |
| Cilindro de simples ação | Cilindros nos quais a pressão atua sempre num único sentido (para o avanço) | |
| | Retorno por uma força não especificada | |
| | Retorno por mola. | |

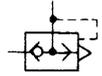
| Denominação | Descrição | Símbolo |
|---------------------------------|---|---------|
| Cilindro de dupla ação | Cilindros nos quais a pressão atua alternadamente em ambos os sentidos (avanço e retorno) | |
| | Com haste simples | |
| Cilindro com amortecimento | Com amortecimento fixo (não regulável, agindo num único sentido) | |
| | Com amortecimento fixo não regulável (agindo em dois sentidos) | |
| | Com amortecimento simples regulável | |
| | Com amortecimento regulável em ambos os sentidos | |
| Cilindro de frenagem hidráulica | Regulagem num único sentido | |
| | Regulagem em dois sentidos | |
| Amortecimento | Regulagem num único sentido | |

| Denominação | Descrição | Símbolo |
|------------------------------------|---|---|
| Unidade de avanço | Unidade de cilindro pneumático e cilindro de frenagem hidráulica com regulagem da velocidade em dois sentidos. |  |
| Cilindro de acionamento permanente | Cilindro pneumático, no qual se comuta automaticamente o movimento da haste depois de ligado o ar comprimido e alcançada uma das posições finais do êmbolo. Mantém-se o movimento de avanço e retorno do êmbolo até que se bloqueie a linha de alimentação. |  |
| Amplificador de pressão | Equipamento destinado a ampliar a pressão; para um único tipo de fluido; ou para dois tipos de fluidos. |  |
| Conversor hidro-pneumático | Equipamento destinado a transformar pressão pneumática em uma pressão hidráulica teoricamente igual ou vice-versa. |  |

Comando e Regulagem de Energia - Válvulas Distribuidoras

| Denominação | Descrição | Símbolos conf. DIN-ISO 1219 |
|----------------------|--|---|
| Válvulas de 2/2 vias | Válvula direcional de 2 vias, 2 posições normalmente fechada. |  |
| | Válvula direcional de 2 vias, 2 posições normalmente aberta. |  |
| Válvulas de 3/2 vias | Válvula direcional de 3 vias, 2 posições normalmente fechada. |  |
| | Válvula direcional de 3 vias, 2 posições normalmente aberta. |  |
| Válvulas de 4/2 vias | Válvula de controle direcional de 4 vias, 2 posições. |  |
| Válvulas de 5/2 vias | Válvula de controle direcional de 5 vias, 2 posições. |  |
| Válvula de 3/3 vias | Válvula de controle direcional de 3 vias, 3 posições. Centro fechado. |  |
| Válvulas de 4/3 vias | Válvula de controle direcional de 4 vias, 3 posições. Centro fechado. |  |
| | Válvula de controle direcional de 4 vias, 3 posições. Centro aberto negativo. |  |
| Válvulas de 5/3 vias | Válvula de controle direcional de 5 vias, 3 posições. Centro fechado. |  |
| | Válvula de controle direcional de 5 vias, 3 posições. Centro aberto negativo. | |
| Válvulas de 5/4 vias | Válvula de controle direcional de 5 vias, 4 posições. Posição inicial fechada. |  |
| Válvulas de 3/6 vias | A entrada P é ligada cada vez com uma das 6 saídas. As saídas não acionadas estão em exaustão. |  |

Válvulas de Bloqueio

| Denominação | Descrição | Símbolos conf. DIN-ISO 1219 |
|--------------------------|--|---|
| Válvula de retenção | Sem mola: abre quando a pressão de entrada for maior que a pressão de saída. |  |
| | Com mola: abre quando a pressão de entrada for maior que a pressão de saída, somada à pressão resultante da força da mola. |  |
| Válvula alternadora | Válvula com 2 conexões de entrada e uma saída comum. Uma das entradas é conectada à saída em função da pressão, ficando a outra bloqueada. |  |
| Válvula de escape rápido | Quando a entrada for aliviada, a saída será diretamente ligada à atmosfera. |  |

VÁLVULAS DE PRESSÃO

| Denominação | Descrição | Símbolos conf. DIN-ISO 1219 |
|---|---|-----------------------------|
| Válvula de seqüência | Válvula que, ao vencer a força da mola, se abre permitindo o fluxo para outro circuito, através da conexão de saída. | |
| Válvula reguladora de pressão | Válvula que mantém a pressão de saída constante, também com uma pressão de entrada variada, isto é, mais alta. Sem conexão de descarga: as compressões excessivas são compensadas. | |
| | Com conexão de descarga: as compressões excessivas são compensadas. | |
| Válvula reguladora de pressão diferencial | A pressão de saída reduzida de um valor fixo em relação à pressão de entrada. | |

Válvulas De Fluxo

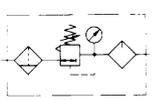
| | | |
|---|--|---|
| Válvula reguladora de fluxo | Com estrangulamento regulável. Bidirecional. |  |
| Válvula reguladora de fluxo com retorno livre | Válvula reguladora de fluxo unidirecional com passagem livre em um sentido e estrangulamento constante no outro. |  |
| | Válvula reguladora de fluxo unidirecional com passagem livre em um sentido e estrangulamento regulável no outro. |  |

Válvula de Fechamento

| Denominação | Descrição | Símbolos conf. DIN-ISO 1219 |
|-----------------------|-----------|---|
| Válvula de fechamento | |  |

Transmissão De Energia

| Denominação | Descrição | Símbolo |
|--|--|---------|
| Transmissão e condicionamento de energia | | |
| Fonte de pressão | | |
| Linha de trabalho | Linha para a transmissão de energia | |
| Linha de comando | Linha para transmissão de energia de comando (inclusive ajustagem e regulagem) | |
| Linha de dreno ou sangria | Linha para a exaustão | |
| Mangueiras flexíveis | Para a conexão de partes móveis | |
| Linha elétrica | Linha para a transmissão da energia elétrica. | |
| União de linhas | União fixa, p.ex. soldada, chumbada, parafusada (inclusive conexões e uniões rosqueadas) | |
| Linhas Cruzadas | | |
| Sangria de ar | | |
| Conexão de descarga | Simple, não conectável Rosqueado por conexão | |
| Tomada de potência | Conexão em equipamentos ou linhas para tomada ou medição de energia bloqueado Com linha conectada | |
| Engate rápido | Conectado sem válvula de retenção. | |
| | Conectado com válvula de retenção operada mecanicamente. | |
| | Não conectado com extremidade aberta. | |
| | Não conectado, fechado por válvula de retenção sem mola. | |

| Denominação | Descrição | Símbolo |
|---------------------------------|---|---|
| União rotativa | União de linhas que permite movimento circular em serviço | |
| | Uma via |  |
| | Três vias |  |
| Silenciador | |  |
| Reservatório (de ar comprimido) | |  |
| Filtro | |  |
| Separador | Com dreno manual |  |
| | Com dreno automático |  |
| Filtro com drenos | Esta unidade é uma combinação de filtro e dreno. Com dreno manual. |  |
| | Com dreno automático. |  |
| Secador de ar | |  |
| Lubrificador | Unidade na qual se adicionam pequenas quantidades de óleo ao ar passante para a lubrificação dos equipamentos |  |
| Manômetro | |  |
| Unidade de conservação | Unidade composta de filtro, válvula reguladora de pressão, manômetro e lubrificador. |  |
| | Símbolo simplificado |  |
| Indicador óptico | |  |

Conversores, Contatores E Sensores

| Denominação | Descrição | Símbolo |
|--|--|---------|
| Conversores, Contatores, Sensores | | |
| Detector de proximidade sem contato | Emissor de sinais elétricos sem contato direto. Comutação magnética. | |
| | Emissor de sinais de acionamento pneumático | |
| Chave elétrica fim de curso | | |
| Conversor de sinais pneumático-elétrico | Sinais pneumáticos são transformados em sinais elétricos de saída | |
| Pressostato | | |
| Contador pneumático de adição | | |
| Contador pneumático pré-determinador | | |
| Sensor por reflexão | | |
| Sensor por contato | | |
| Barreira de ar, bico emissor | | |
| Barreira de ar, bico receptor | | |
| Barreira de ar, forma de garfo | | |

Simbologia Funcional

Formas De Energia



Hidráulica



Pneumática

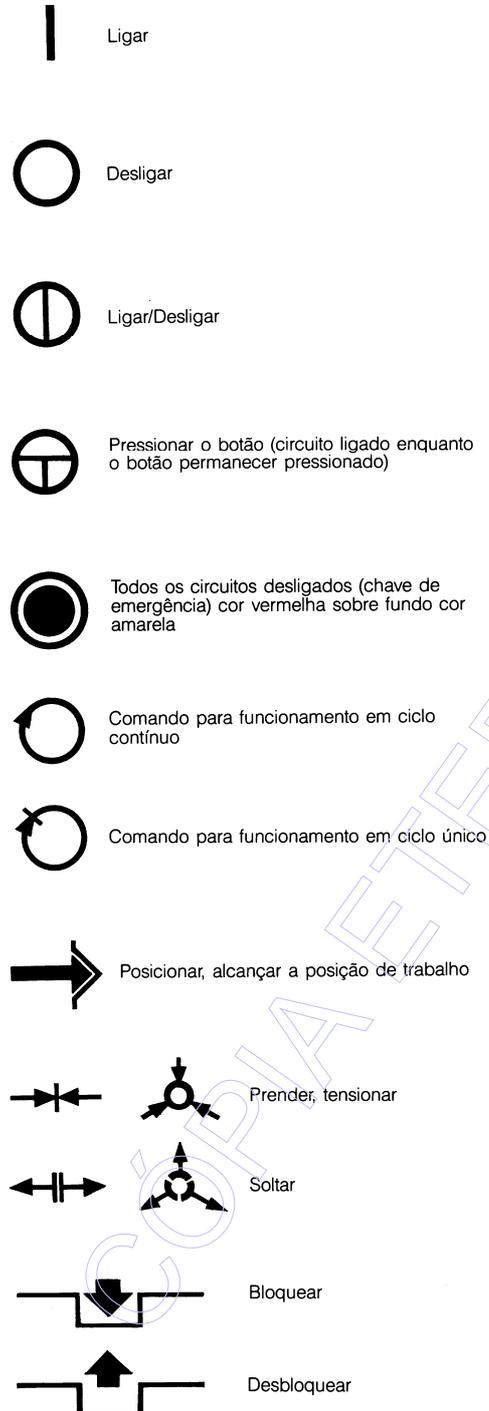


Mecânica



Elétrica

Símbolos De Operação



Movimentos



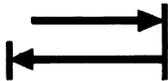
Movimento retilíneo no sentido da seta



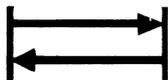
Movimento retilíneo em dois sentidos



Movimento retilíneo no sentido da seta, limitado



Movimento retilíneo no sentido da seta, limitado, de uma ida e volta.



Movimento retilíneo no sentido da seta, limitado, de ida e volta contínuos



Movimento giratório no sentido da seta



Movimento giratório em dois sentidos



Movimento giratório no sentido da seta, limitado



Rotações



Uma rotação



Rotações/Minuto

Símbolos Empregados Na Técnica De Manipulação Em Função Dos Elementos Pneumáticos Utilizados

| Função | Símbolo | Exemplo do princípio | Elemento da função | Valores da função (orientativos) |
|------------------------------------|---------|----------------------|---|--|
| Armazenar | | | Multivibrador | Frequência com cilindros de 12 mm de diâmetro de êmbolo: até 7 Hz (regulável) |
| Empilhar em depósito | | | Cilindros de simples e dupla ação | 1 a 100 peças/min. |
| Introduzir (alimentar) | | | Cilindros simples e dupla ação | 1 a 100 peças/min. Velocidade de avanço 0,6 a 60 m/min. Curso do êmbolo 1 a 2000 mm. |
| Deteção de posicionamento | | | Sensor por contato, Sensor por reflexão, Barreira de ar | Distância máx. até 3 mm, até 4,5 mm, até 6,5 mm, até 15 mm, até 100 mm |
| Girar (bascular) | | | Cilindro giratório | Intervalo de giro 0 a 90° (regulável) 0 a 180° (regulável) |
| Sujeitar mediante força e/ou forma | | | Cilindro de simples e dupla ação. Dispositivo de fixação de pinças | 1 a 1000 mm, 10 a 25000 N, 20000 a 70000 N |
| Transportar (movimento giratório) | | | Mesa giratória | Deslocamento de 15, 30, 45, 60, 90 e 120° |
| Transportar (movimentos lineares) | | | Alimentador de fita. Cilindro de simples e dupla ação | Curso de 0 a 250 mm (regulável), Espessura do material até 2,0 mm |
| Usinar | | | Unidades de avanço hidro-pneumáticas | Velocidade de avanço de 30 a 6000 mm/min. |
| Expulsar (soprar) | | | Expulsor por impulso Cilindros de simples e dupla ação | Até 480 impulsos/min. 1 a 100 peças/min. |