

## **PNEUMÁTICA**

### **VANTAGENS:**

Comparativamente à HIDRÁULICA, a PNEUMÁTICA é mais simples, possui maior rendimento e menor custo. Estes fatos são devidos a uma série de características próprias do AR: • QUANTIDADE; TRANSPORTE; ARMAZENAGEM.

### **DESVANTAGENS:**

PREPARAÇÃO: o ar comprimido requer de uma boa preparação da qualidade do ar, isento de impurezas e umidade, por filtros e purgadores.

COMPRESSIBILIDADE: impossibilita a utilização da pneumática com velocidades constantes, diferente da hidráulica e da elétrica.

RUÍDO NO ESCAPE DE AR: Ruído relativamente alto devido ao ar que é devolvido à natureza (solução parcial: uso de silenciadores).

CUSTOS: altos custos de implantação, manutenção, produção e preparação.

### **PARA QUE A PNEUMÁTICA SEJA RENTÁVEL DEVE-SE VERIFICAR:**

Implementar vários pontos de utilização, como conexões de derivação (na primeira etapa do projeto).

A inexistência de vazamentos: pequenos vazamentos podem trazer grandes perdas na rentabilidade.

### **COMPRESSORES:**

Geradores de energia pneumática. Existem duas famílias de compressores, volumétricos e turbo compressores:

**1 - Palhetas:** As palhetas são fixadas no rotor excêntrico. Elas se deslocam radialmente formando uma câmara de compressão devido a força centrífuga. Caracterizadas pela versatilidade, potência, confiabilidade e bom custo benefício.

**2 - Parafuso:** Possui uma cavidade que diminui gradualmente conforme o giro dos parafusos, diminuindo o volume e provocando forte compressão. Caracterizado pela resistência e baixo custo de manutenção, sendo assim, muito confiável.

**3 - Lóbulos (Roots):** Caracterizado por dois rotores descentrados. O ar é aspirado e enviado na saída de descarga durante a rotação dos lóbulos. Não há compressão de volume. porém como há sempre um envio maior de ar, acaba ocorrendo a compressão. Não utiliza óleo.

**4 - Pistão de simples ação:** Possui funcionamento de sistema biela-manivela no qual converte movimento rotativo em translacional. É robusto e possui bom rendimento. Utilizado em compressão de gás, alta pressão.

**5 - Pistão de dupla ação:** Possui quatro válvulas, duas de admissão e duas de descarga, é comprimido por um pistão e quando resfriado comprimido por um segundo pistão. Tal resfriamento é necessário devido a grande aquecimento.

**6 - Diafragma:** Funcionamento parecido com os compressores de pistão com a diferença na posição do pistão que nesse caso fica isolado da câmara de admissão. Atinge altas pressões, não utiliza óleos poluentes.

## ATUADORES PNEUMÁTICOS

Elementos mecânicos que por meio de movimentos lineares ou rotativos transformam a energia gerada pelo ar pressurizado (energia pneumática), em energia mecânica.

**ATUADORES LINEARES DE SIMPLES EFEITO** Atuadores cujo movimento de retorno é feito por uma mola. Ainda existe o atuador de simples efeito SEM MOLA: cujo movimento de retorno é feito por uma força exterior.  
PRODUZEM TRABALHO EM UM ÚNICO SENTIDO.

**ATUADORES LINEARES DE DUPLO EFEITO** Alimentação e exaustão ocorre em ambas extremidades do atuador com ambos movimentos produzindo trabalho.

**ATUADORES PNEUMÁTICOS LINEARES COM AMORTECIMENTO:** Os amortecedores absorvem a excessiva energia cinética desenvolvida no avanço ou retorno do atuador.

**ATUADORES LINEARES DE EFEITO DUPLO ESPECIAIS:** Foram desenvolvidas Atuadores de Duplo Efeito e com variantes especiais, para satisfazer necessidades como: Simultaneidade de movimentos; Atuação com alto impacto; Controlar velocidade; Deslocamento de precisão.

### EXISTEM 4 FAMÍLIAS:

1- **Atuadores Lineares de Haste Passante:** Permite a execução de trabalhos alternadamente e em direções opostas. Capacidade de força e velocidade idêntica para avanço e retorno. Suporta cargas laterais mais elevadas.

2- **Atuadores Lineares Duplex Contínuo (Tandem):** Dois atuadores lineares de duplo efeito montados em série. Possibilitando elevação da força de avanço e retorno.

3- **Atuador Duplex Geminado:** Variante do duplex, produzido para atender grandes deslocamentos e deslocamentos escalonados sem a necessidade de força elevada, consiste em dois atuadores de duplo efeito.

4- **ATUADOR PNEUMÁTICO DE ALTO IMPACTO:** Possui uma divisão na câmara traseira formando uma pré câmara. Produzindo assim grandes quantidades de energia cinética. Aplicações de prensagem, rebiteagem e cortes.

**ATUADOR PNEUMÁTICO GIRATÓRIO (OSCILANTE):** Consiste em dois atuadores lineares de simples efeito. Possibilita deslocamentos de até 360 graus.



### DIMENSIONAMENTO LINHA PRINCIPAL:

- vazão = Q
- Comprimento LT = l1 ( comprimento rectilíneo ) + l2 (comprimento equivalente).
- Queda da pressão = delta P.
- Pressão = P.

$$d = 10 \left[ \sqrt[5]{\frac{1,663785 \cdot 10^{-3} \cdot Q^{1,85} \cdot L_t}{\Delta P \cdot P}} \right]$$

Comprimento de tubulação (retilíneo) 300(m).

Perda de carga admitida 0,3(bar).

Pressão de regime 9(bar).

Volume de ar corrente (vazão) 300(m³/h).

Aumento de capacidade prevista nos próximos 10 anos 60%.

Características das Singularidades: 5 têes roscados com fluxo em ramal; 29 têes roscados com fluxo em linha; 7 válvulas de tipo gaveta, roscados; 5 curvas de 90° de raio longo.

$$Q = 300 \cdot 1.6 \text{ (60\% DE AUMENTO)} = 480.$$

$$d = 10 \left[ \sqrt[5]{\frac{1,663785 \cdot 10^{-3} \cdot \left(480 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right)^{1,85} \cdot (300\text{m})}{\left(0,3 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot 9 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}\right)}} \right] = 70\text{mm}$$

$$70\text{mm} = 3\text{in.}$$

PELA TABELA: 5 têes roscados com fluxo em ramal = 5\*5,2=26m;

29 têes roscados com fluxo em linha = 29\*3,7=107,3m;

7 válvulas de tipo gaveta roscados = 7\*0,58= 4,06m

5 curvas de 90° de raio longo = 5\*1,2= 6m;

TOTAL = 143,36.

LT = 300 + 143,36 = 443,36m.

### DIMENSIONAMENTO DE ATUADORES PNEUMÁTICOS LINEARES

Em que:

$$D_p = 2 \cdot \sqrt{\frac{F_p \cdot \varphi}{\pi \cdot P_t}}$$

- $D_p$  - Mínimo diâmetro aceitável do pistão [cm];
- $F_p$  - Força de projeto, força necessária para execução da operação [kp];
- $\varphi$  - Fator de correção da força de projeto (Tabela 3.4);
- $P_t$  - Pressão de trabalho [kp/cm<sup>2</sup>].

$$F_a = F_p \cdot \varphi$$

$$d_h = \sqrt[4]{\frac{64 \cdot S \cdot \lambda^2 \cdot F_a}{\pi^3 \cdot E}}$$

Em que:

- $\lambda$  = Comprimento livre de flambagem (cm), (Tabela A.10 do apêndice A);
- $E$  = Módulo de elasticidade do aço (módulo de Young) =  $2,1 \times 10^7 \text{ N/cm}^2$ ;
- $J$  = Momento de inércia para seção circular da haste (cm<sup>4</sup>);
- $K$  = carga de flambagem (N);
- $F_a$  = Força de avanço (N);
- $S$  = coeficiente de segurança (3,5 - 5).

Feito o dimensionamento, verifica-se no catálogo se o fabricante fornece um diâmetro de haste comercial que seja no mínimo igual ou ligeiramente maior que o calculado.

## DIMENSIONAMENTO ROTATIVO:

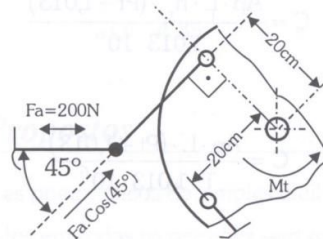


Figura - Projeção de forças no disco.

O momento de torção do eixo deverá ser igual ao somatório dos momentos de torção que resultam do produto das forças que atuam perpendicularmente ao eixo do disco, por sua distancia ao mesmo

$$\sum_{n=1}^n F_n \cdot d_n = M_{t_{\text{eixo}}}$$

$$3(200\text{N} \cdot \cos(45^\circ) \cdot 20\text{cm}) = M_{t_{\text{eixo}}}$$

$$M_{t_{\text{eixo}}} = 8485,3\text{Ncm} \approx 85\text{Nm}$$

De acordo com a tabela 3.3 o atuador pneumático giratório de igual valor ou imediatamente superior ao obtido no cálculo é o tipo

Tabela 3.3 - Características técnicas (Fonte: Catálogo On-line da Festo).

Atuador com amortecimento nas duas posições de fim de curso.	DRQ-40 PPVJ-A	DRQ-50 PPVJ-A	DRQ-63 PPVJ-A	DRQ-80 PPVJ-A	DRQ-100 PPVJ-A
Diâmetro do atuador	40mm	50mm	63mm	80mm	100mm
Ângulo de giro padrão	90°, 180°, 270°, 360° (ângulo de giro especial até 360°)				
Faixa de pressão de operação	2,5 até 10bar				
Faixa de temperatura	-10 até +60°				
Conexões	G1/4	G1/4	G3/8	G3/8	G1/2
Torque a 6bar	9Nm	19Nm	37Nm	75Nm	150Nm
Curso amortecimento	21mm	23mm	23mm	30mm	30mm
Carga admitida no eixo	Axial	150N	300N	500N	1000N
	Radial	60N	200N	300N	800N
Momento de inércia de carga admitida	0,005kgm <sup>2</sup>	0,016kgm <sup>2</sup>	0,040kgm <sup>2</sup>	0,120kgm <sup>2</sup>	0,0200kgm <sup>2</sup>

**CONSUMO DE AR:**

$$C = \frac{A_p \cdot L \cdot n_c \cdot (P_t + 1,013)}{1,013 \cdot 10^6}$$

$$C = \frac{A_p \cdot L \cdot (P_t + 1,013)}{T \cdot 1,013 \cdot 10^6}$$

**Solução**

$$C = \frac{\left[ \pi \cdot \frac{(80\text{mm})^2}{4} \right] \cdot (1000\text{mm}) \cdot \left( \frac{1}{8} \cdot \frac{\text{ciclos}}{\text{s}} \right) \cdot (6\text{bar} + 1.013)}{1.013 \cdot 10^6}$$

Resolvendo pela segunda expressão:

$$Q = \frac{\left[ \pi \cdot \frac{(80\text{mm})^2}{4} \right] \cdot (1000\text{mm}) \cdot (6\text{bar} + 1.013)}{(8\text{s}) 1.013 \cdot 10^6}$$

## VÁLVULAS:

### VÁLVULAS DE COMANDO DIRECCIONAL:

Conhecidas também pelo nome de distribuidores de ar, possuem dois tipos construtivos:

- 1) carretel deslizante (translação);
- 2) centro rotativo (rotação).

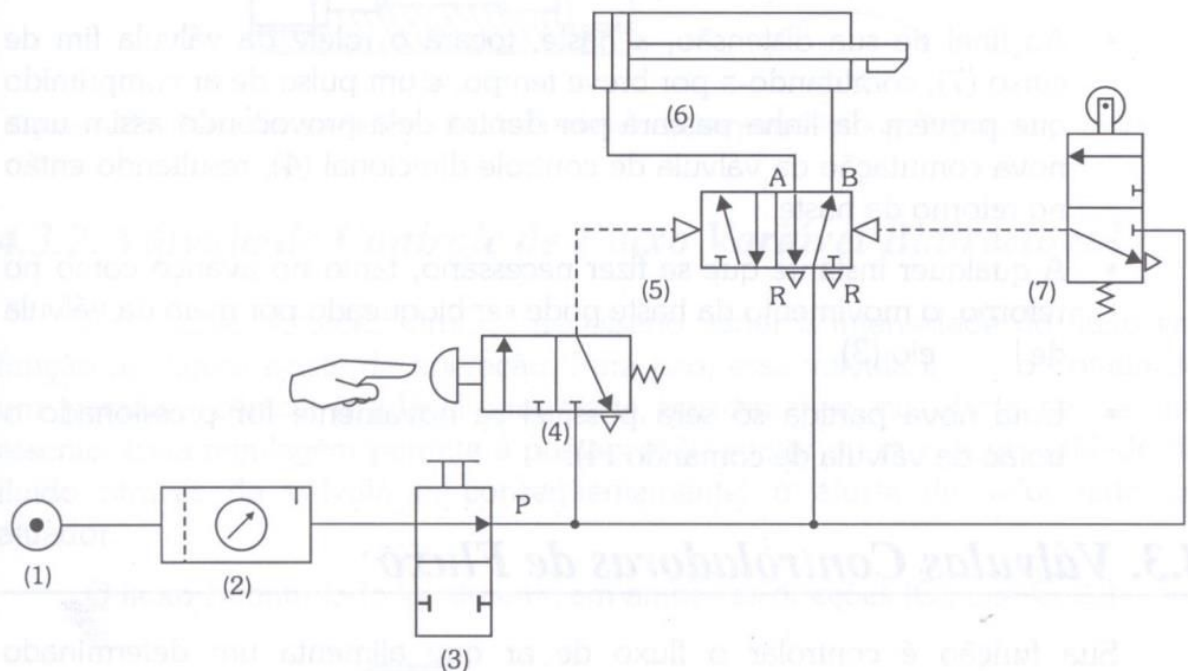
Em pneumática os distribuidores de ar são sempre do tipo carretel deslizante. Na hidráulica é comum encontrarmos os dois tipos de construção.

VÁLVULA DISTRIBUIDORA 1/2: Tipo mais simples de distribuidor

VÁLVULA DISTRIBUIDORA 2/3: Indicado para comando de atuadores pneumáticos de simples efeito.

VÁLVULA DISTRIBUIDORA 4/5: Possuem acionamento manual, elétrico pneumático ou mecânico.

VÁLVULA DISTRIBUIDORA 4/4: Uso específico de atuadores lineares de duplo efeito, muito utilizado em circuitos hidráulicos.



1. Rede de ar comprimido ; 2. Unidade de conservação; 3. Válvula de bloqueio 1/2/2;
4. Válvula para comando de partida 2/3/2 com botão de retorno por mola;
5. Válvula de retorno direcional 4/5/2 acionada por pulso pneumático;
6. Atuador linear de duplo efeito; 7. Válvula de fim de curso 2/3/2 acionada por rolete e retorno por mola



### **VÁLVULAS CONTROLADORAS DE FLUXO:**

Sua função é controlar o fluxo de ar que alimenta um determinado componente do circuito, nesse caso, os atuadores pneumáticos;

**FIXAS – BIDIRECIONAIS:** São assim denominadas porque não admitem ajuste, sendo a restrição permanente de mesmo diâmetro.

**VARIÁVEL – BIDIRECIONAIS:** Permite variar a intensidade de fluxo por um parafuso cônico, que aproxima-se ou afasta-se de um assento;

**VARIÁVEL – UNIDIRECIONAIS:** Apresenta um dispositivo de controle de fluxo e uma válvula de retenção integrada;

### **VÁLVULAS DE BLOQUEIO:**

São aparelhos que fecham a passagem em uma direção, dando a passagem na direção contrária. O fechamento em uma direção pode ser feito por CONE, PLACA OU MEMBRANA.

**VÁLVULAS DE RETENÇÃO COM MOLA** - Permite o fluxo em um sentido bloqueando o outro. O bloqueio se dá pela força de expansão da mola, que mantém o elemento de vedação fechado.

**VÁLVULAS DE RETENÇÃO SEM MOLA** - Permite o fluxo de ar somente em um sentido, com um elemento de vedação interno ativado pela pressão do próprio fluido.

**VÁLVULA SELETORA – FUNÇÃO LÓGICA OU** - Possui três orifícios, sendo duas entradas de pressão, um ponto de saída e um elemento interno. Com a emissão de um sinal o elemento seletor interno é deslocado bloqueando uma das entradas. Ao final o ar utilizado retorna pelo mesmo orifício.

**VÁLVULA DE SIMULTANEIDADE – FUNÇÃO LÓGICA E** - Possui 2 entradas X Y , uma saída A e um elemento interno. Permite o passo do ar para a saída apenas quando o ar entra simultaneamente por ambas as entradas X E Y. Quando não ocorre o elemento interno bloqueia a entrada que estiver emitindo ar, permitindo a saída do mesmo pela outra entrada.

**VÁLVULA DE ESCAPE RÁPIDO** - São colocadas nas saídas dos cilindros para que o ar da exaustão saia mais rápido pela atmosfera e não pela via da válvula que acionou o cilindro.

### **VÁLVULAS CONTROLADORAS DE PRESSÃO:**

**VÁLVULAS DE ALÍVIO OU LIMITADORES DE PRESSÃO:** Sua função é limitar a pressão máxima de um reservatório.

**VÁLVULAS DE SEQUÊNCIA:** Ao vencer a força da mola, se abre permitindo o fluxo de ar para outro circuito, através da conexão de saída.

**VÁLVULA REGULADORA DE PRESSÃO** - É o elemento que está na entrada de ar da máquina (unidade de condicionamento); Tem como função controlar a energia pneumática fornecida ao sistema ou equipamento;