

Tecnologia Pneumática Industrial

Apostila M1001-2 BR

aerospace
climate control
electromechanical
filtration
fluid & gas handling
hydraulics
pneumatics
process control
sealing & shielding



ENGINEERING YOUR SUCCESS.

Quem escolhe soluções completas, escolhe Parker



A Parker é a única fabricante capaz de integrar produtos pneumáticos, eletromecânicos, hidráulicos, de filtração, vedações, refrigeração e componentes para condução e controle de fluidos. Garanta produtividade e performance. Fique com a Parker.



COPYRIGHT © by Parker Hannifin Corporation
Apostila M1001-2 BR

0800 PARKER H
7 2 7 5 3 7 4

training.brazil@parker.com
www.parker.com



**Parker,
Tornando possível o desenvolvimento
intelectual e tecnológico.**



ENGINEERING YOUR SUCCESS.

www.parker.com 0800 PARKER H
7 2 7 5 3 7 4

Parker Training 35 anos projetando o futuro

Há mais de 35 anos treinando profissionais em empresas, escolas técnicas e universidades, a Parker Training oferece treinamento técnico especializado, desenvolvendo material didático diversificado e bem elaborado, com o intuito de facilitar a compreensão e exercer um papel importante na capacitação dos profissionais de ontem, hoje e amanhã.

Com instrutores altamente qualificados, esse projeto é pioneiro na área de treinamento em automação industrial no Brasil e colaborou para a formação de mais de 40 mil pessoas, em aproximadamente 4 mil empresas através de cursos e materiais reconhecidos pelo conteúdo técnico e pela qualidade de ensino. Para alcançar tais números e continuar

a atender seus clientes de forma cada vez melhor, com uma parceria cada vez mais forte, os profissionais da Parker Training se dedicam a apresentar sempre novos conceitos em cursos e materiais didáticos.

Ministramos cursos fechados em nossas instalações e cursos *in company* (em sua empresa), com conteúdo e carga horária de acordo com as necessidades do cliente, empresa ou entidade de ensino.

Os cursos oferecidos abrangem as áreas de Automação Pneumática/ Eletropneumática, Técnicas de Comando Pneumático, Dimensionamento de Redes de Ar Comprimido e Hidráulica/ Eletrohidráulica Industrial.



Mercados

A Parker Training atende instituições de ensino em todo o Brasil, como escolas técnicas federais e estaduais, escolas profissionalizantes, universidades federais, estaduais e privadas, laboratórios de escolas da rede SENAI e setores de treinamento dentro de indústrias.

Parker Training

Nossa missão é divulgar a marca e a qualidade dos produtos Parker, contribuindo para o crescimento da educação.



**A Parker Training
marca presença
e constrói o
conhecimento
por onde passa.**

Estratégia

Nossos módulos didáticos são montados com os melhores produtos industriais. Assim, o treinando passa por experiências práticas em condições reais de funcionamento e trabalho, tornando-se apto a apresentar soluções rápidas para as necessidades encontradas no dia-a-dia. Desta forma, a Parker Training consolidou-se como a

melhor fornecedora de laboratórios didáticos no mercado nacional, com o melhor custo x benefício e durabilidade. Tudo isso é resultado da responsabilidade e comprometimento que a Parker Hannifin possui com o desenvolvimento de seus produtos, possibilitando que o aluno se depare com a mais atualizada tecnologia existente no mercado industrial.



Bancadas de treinamento e materiais didáticos de apoio



Produtos

- **Bancadas de treinamento de pneumática/eletropneumática, hidráulica/eletrohidráulica e manipulador eletropneumático de 3 eixos:**
Unidades projetadas para permitir o aprendizado da tecnologia de forma fácil, simples e rápida.
- **Módulos didáticos pneumáticos/eletropneumáticos e hidráulicos/eletrohidráulicos:**
Várias opções de módulos, como válvulas, cilindros, controladores, botões, sensores e outros.
- **Bancada para treinamento de teste e manutenção de bombas:**
Montagens e desmontagens rápidas de diferentes tipos de bombas que acompanham a bancada.
- **Kits didáticos de eletromecânica:**
Unidades projetadas para oferecer excelente aprendizado dos princípios aplicados ao conceito de motores de passo e servomotores.
- **Kits de maletas didáticas:**
Com componentes em corte (pneumáticos e hidráulicos), símbolos magnéticos, sistemas de diagnósticos de pressão, vazão e temperatura.

Literatura



A Parker ainda facilita o acesso ao seu conteúdo didático, disponibilizando toda a literatura técnica em arquivos PDF para download no site: www.parker.com

A Parker Training oferece cursos destinados a engenheiros, técnicos, pessoal de projetos e de manutenção, estudantes das áreas técnicas e de engenharia.

Para atender a cada programação de cursos são montados painéis de simulação para a execução de aulas práticas, de forma didática, com equipamentos de alta tecnologia.

Consulte-nos e obtenha mais informações: Tel.: 12 3954-5144 / E-mail: training.brazil@parker.com

Curso de Pneumática Industrial - 32 horas

Objetivo:

Fornecer aos participantes conhecimentos dos componentes básicos da pneumática, sua simbologia e funcionamento, habilitando-os para projetos, dimensionamento e execução de circuitos pneumáticos sequenciais básicos.

Pré-requisitos:

Conhecimentos básicos de matemática, física e interpretação de desenho técnico.

Programa:

- Princípios físicos, produção, preparação e distribuição do ar comprimido;
- Unidades de condicionamento de ar;
- Válvulas de controle direcional e auxiliares;
- Cilindros pneumáticos;
- Estudo de circuitos básicos e sequenciais no método intuitivo;
- Montagem prática dos circuitos em simuladores pneumáticos;
- Todos os componentes pneumáticos são analisados quanto ao funcionamento, simbologia, aplicações e dimensionamento.

Curso de Técnicas de Comando Pneumático - 32 horas

Objetivo:

Fornecer aos participantes conhecimentos das várias técnicas de implementação de circuitos sequenciais pneumáticos, habilitando-os para projetos.

Pré-requisitos:

Curso básico de Pneumática Industrial.

Programa:

- Revisão de circuitos pneumáticos básicos;
- Lógica básica pneumática com circuitos;
- Determinação e representação de seqüências de movimentos;
- Resolução de circuitos sequenciais pelo método intuitivo;
- Resolução de circuitos sequenciais pelo método cascata;
- Resolução de circuitos sequenciais pelo método passo-a-passo;
- Utilização de módulos sequenciais no método passo-a-passo;
- Condições marginais;
- Montagem prática dos circuitos em simuladores pneumáticos;
- Todos os componentes pneumáticos são analisados quanto ao funcionamento, simbologia, aplicações e dimensionamento.

Curso de Eletropneumática - 32 horas

Objetivo:

Fornecer aos participantes conhecimentos dos componentes elétricos e eletropneumáticos, sua simbologia e funcionamento, além das várias técnicas de implementação de circuitos sequenciais eletropneumáticos, habilitando-os para projetos.

Pré-requisitos:

Curso básico de Pneumática Industrial.

Programa:

- Conceitos básicos de eletricidade;
- Componentes elétricos e eletropneumáticos: botoeiras, solenóides, relés, contatores, eletroválvulas, pressostatos, temporizadores, fins-de-curso, sensores, detetores de queda de pressão, etc;
- Comparação de circuitos pneumáticos e eletropneumáticos;
- Circuitos eletropneumáticos básicos;
- Resolução de circuitos sequenciais eletropneumáticos: método intuitivo, seqüência mínima e máxima e condições marginais;
- Montagem prática dos circuitos em simuladores eletropneumáticos;
- Todos os componentes eletropneumáticos são analisados quanto ao funcionamento, simbologia, aplicações e dimensionamento.

Curso de Hidráulica Industrial - 32 horas

Objetivo:

Fornecer aos participantes conhecimentos dos componentes básicos da hidráulica, sua simbologia e funcionamento, habilitando-os para projetos, dimensionamento e execução de circuitos hidráulicos básicos.

Pré-requisitos:

Conhecimentos básicos de matemática, física e interpretação de desenho técnico.

Programa:

- Princípios físicos;
- Fluidos hidráulicos;
- Filtros, unidades hidráulicas e bombas hidráulicas;
- Válvulas de controle direcional, de vazão, de pressão e de bloqueio;
- Cilindros e motores hidráulicos;
- Acumuladores;
- Circuitos hidráulicos básicos;
- Montagem prática dos circuitos em simuladores hidráulicos;
- Todos os componentes hidráulicos são analisados quanto ao funcionamento, simbologia, aplicações e dimensionamento.

Curso de Eletrohidráulica - 32 horas

Objetivo:

Fornecer aos participantes conhecimentos dos componentes elétricos, eletrohidráulicos, sua simbologia e funcionamento, habilitando-os para a compreensão e o projeto de circuitos eletrohidráulicos.

Pré-requisitos:

Curso de Hidráulica Industrial.

Programa:

- Conceitos básicos de eletricidade;
- Conceitos básicos de hidráulica;
- Componentes elétricos e eletrohidráulicos: botoeiras, solenóides, relés, contatores, eletroválvulas, pressostatos, temporizadores, contatores de impulso, fins-de-curso, sensores, sinalizadores, etc;
- Circuitos eletrohidráulicos básicos;
- Resolução de circuitos sequenciais eletrohidráulicos: método intuitivo, seqüência mínima e máxima;
- Montagem prática dos circuitos em simuladores eletrohidráulicos;
- Todos os componentes eletrohidráulicos são analisados quanto ao funcionamento, simbologia, aplicações e dimensionamento.

Localização



tecnologia

em movimento e controle

Pneumática

Fornecimento de sistemas e componentes pneumáticos, de alta tecnologia, que aumentam a precisão e produtividade dos clientes nos setores agrícola, industrial, construção civil, mineração, óleo e gás, transporte, energia, siderurgia, papel e celulose.

Principais mercados

- Automobilístico
- Alimentos e bebidas
- Eletroeletrônico
- Impressão e máquinas especiais
- Indústria de alumínio
- Indústria de embalagens
- Indústria de pneus
- Hospitalar e farmacêutico
- Metalúrgico
- Papel e celulose
- Processos industriais
- Siderúrgico
- Transporte de materiais

Principais produtos

- Atuadores pneumáticos
- Cilindros pneumáticos
- Componentes para vácuo
- Guias lineares
- Manipuladores e garras pneumáticas
- Preparação para ar comprimido
- Terminais de válvulas com FieldBus
- Tubos termoplásticos e conexões instantâneas
- Válvula de controle direcional
- Válvulas auxiliares
- Válvula proporcional reguladora de pressão

Introdução

3

Produção, preparação e distribuição

11

Unidade de condicionamento (Lubrefil)

35

Válvulas de controle direcional

49

Válvulas auxiliares

83

Componentes para vácuo

99

Atuadores pneumáticos

117

Comandos pneumáticos sequenciais

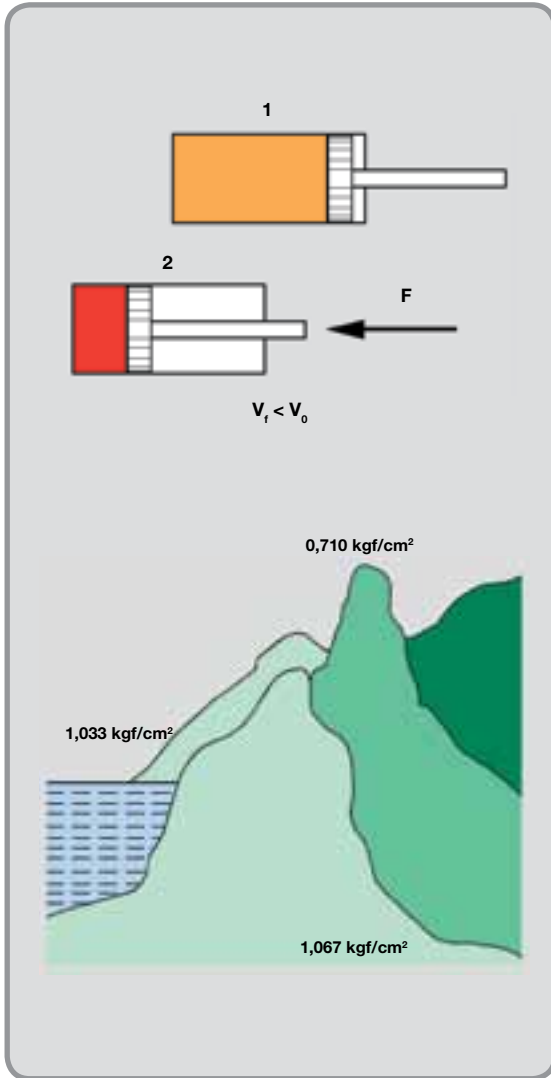
161

Exercícios práticos

167

Simbologia dos componentes

195



Histórico

Característica da pneumática

Princípios físicos do ar



Histórico

"Pelas razões mencionadas e à vista, posso chegar à conclusão de que o homem dominará e poderá elevar-se sobre o ar mediante grandes asas construídas por si, contra a resistência da gravidade".

A frase, de Leonardo Da Vinci, demonstra apenas uma das muitas possibilidades de aproveitamento do ar na técnica, o que ocorre hoje em dia em grande escala. Como meio de racionalização do trabalho, o ar comprimido vem encontrando, cada vez mais, campo de aplicação na indústria, assim como a água, a energia elétrica, etc.

Somente na segunda metade do século XIX é que o ar comprimido adquiriu importância industrial. No entanto, sua utilização é anterior a Da Vinci, que em diversos inventos dominou e usou o ar. No Velho Testamento, são encontradas referências ao emprego do ar comprimido: na fundição de prata, ferro, chumbo e estanho. A história demonstra que há mais de 2000 anos os técnicos construíam máquinas pneumáticas, produzindo energia pneumática por meio de um pistão. Como instrumento de trabalho utilizavam um cilindro de madeira dotado de êmbolo.

Os antigos aproveitavam ainda a força gerada pela dilatação do ar aquecido e a força produzida pelo vento. Em Alexandria (centro cultural vigoroso no mundo helênico), foram construídas as primeiras máquinas reais, no século III a. C. Neste mesmo período, Ctesibios fundou a Escola de Mecânicos, também em Alexandria, tornando-se, portanto, o precursor da técnica para comprimir o ar. A Escola de Mecânicos era especializada em Alta Mecânica, e eram construídas máquinas impulsionadas por ar comprimido.

No século III d.C., um grego, Hero, escreveu um trabalho em dois volumes sobre as aplicações do ar comprimido e do vácuo. Contudo, a falta de recursos materiais adequados, e mesmo incentivos, contribuiu para que a maior parte destas primeiras aplicações não fosse prática ou não pudesse ser convenientemente desenvolvida. A técnica era extremamente depreciada, a não ser que estivesse a serviço de reis e exércitos, para aprimoramento das máquinas de guerra. Como consequência, a maioria das informações perdeu-se por séculos.

Durante um longo período, o desenvolvimento da energia pneumática sofreu paralisação, renascendo apenas nos séculos XVI e XVII, com as descobertas dos grandes pensadores e cientistas como Galileu, Otto Von Guericke, Robert Boyle, Bacon e outros, que

passaram a observar as leis naturais sobre compressão e expansão dos gases. Leibniz, Huyghens, Papin e Newcomen são considerados os pais da Física Experimental, sendo que os dois últimos consideravam a pressão atmosférica como uma força enorme contra o vácuo efetivo, o que era objeto das Ciências Naturais, Filosóficas e da Especulação Teológica desde Aristóteles até o final da época Escolástica.

Encerrando esse período, encontra-se Evangelista Torricelli, o inventor do barômetro, um tubo de mercúrio para medir a pressão atmosférica. Com a invenção da máquina a vapor de Watts, tem início a era da máquina. No decorrer dos séculos, desenvolveram-se várias maneiras de aplicação do ar, com o aprimoramento da técnica e novas descobertas. Assim, foram surgindo os mais extraordinários conhecimentos físicos, bem como alguns instrumentos.

Um longo caminho foi percorrido, das máquinas impulsionadas por ar comprimido na Alexandria aos engenhos pneumoeletrônicos de nossos dias. Portanto, o homem sempre tentou aprisionar esta força para colocá-la a seu serviço, com um único objetivo: controlá-la e fazê-la trabalhar quando necessário. Atualmente, o controle do ar suplanta os melhores graus da eficiência, executando operações sem fadiga, economizando tempo, ferramentas e materiais, além de fornecer segurança ao trabalho.

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

Características da Pneumática

Vantagens

- 1 - Incremento da produção**
Com investimento relativamente pequeno.
- 2 - Redução dos custos operacionais**
A rapidez nos movimentos pneumáticos e a libertação do operário (homem) de operações repetitivas possibilitam o aumento do ritmo de trabalho, aumento de produtividade e, portanto, um menor custo operacional.
- 3 - Robustez dos componentes pneumáticos**
A robustez inerente aos controles pneumáticos torna-os relativamente insensíveis a vibrações e golpes, permitindo que ações mecânicas do próprio processo sirvam de sinal para as diversas sequências de operação. São de fácil manutenção.
- 4 - Facilidade de introdução**
Pequenas modificações nas máquinas convencionais, aliadas à disponibilidade de ar comprimido, são os requisitos necessários para introdução dos controles pneumáticos.
- 5 - Resistência à ambientes hostis**
Poeira, atmosfera corrosiva, oscilações de temperatura, umidade, submersão em líquidos, raramente prejudicam os componentes pneumáticos, quando projetados para esta finalidade.
- 6 - Simplicidade de manipulação**
Os controles pneumáticos não necessitam de operários super especializados para sua manipulação.
- 7 - Segurança**
Como os equipamentos pneumáticos envolvem sempre pressões moderadas, tornam-se seguros contra possíveis acidentes, quer no pessoal, quer no próprio equipamento, além de evitarem problemas de explosão.
- 8 - Redução do número de acidentes**
A fadiga é um dos principais fatores que favorecem acidentes; a introdução de controles pneumáticos reduz sua incidência (liberação de operações repetitivas).

Limitações

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

Princípios físicos do ar

Apesar de insípido, inodoro e incolor, percebemos o ar através dos ventos, aviões e pássaros que nele flutuam e se movimentam; sentimos também o seu impacto sobre o nosso corpo.

Concluimos, facilmente, que o ar tem existência real e concreta, ocupando lugar no espaço.

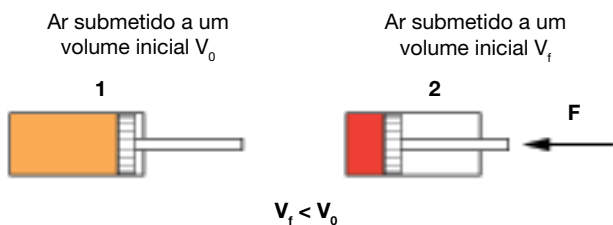
Compressibilidade

O ar, assim como todos os gases, tem a propriedade de ocupar todo o volume de qualquer recipiente, adquirindo seu formato, já que não tem forma própria.

Assim, podemos encerrá-lo num recipiente com volume determinado e posteriormente provocar-lhe uma redução de volume usando uma de suas propriedades - a compressibilidade.

Podemos concluir que o ar permite reduzir o seu volume quando sujeito à ação de uma força exterior.

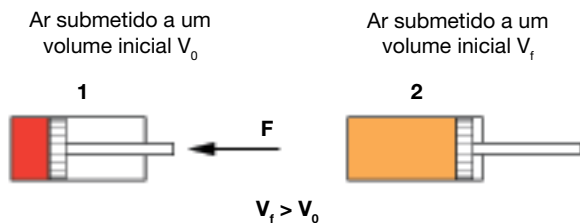
• Compressibilidade do ar



Elasticidade

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

• Elasticidade do ar



Difusibilidade

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

• Difusibilidade do Ar

Volumes contendo ar e gases; válvula fechada

Válvula aberta temos uma mistura homogênea

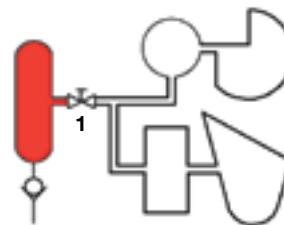


Expansibilidade

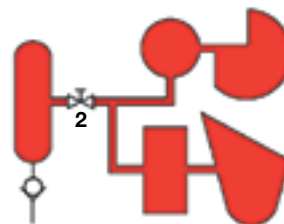
Propriedade do ar que lhe possibilita ocupar totalmente o volume de qualquer recipiente, adquirindo o seu formato.

• Expansibilidade do ar

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



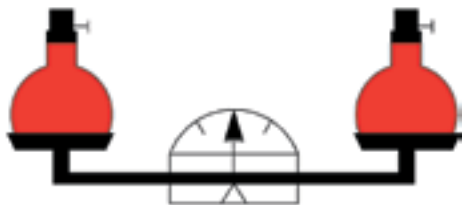
Quando a válvula é aberta o ar expande, assumindo o formato dos recipientes, porque não possui forma própria.



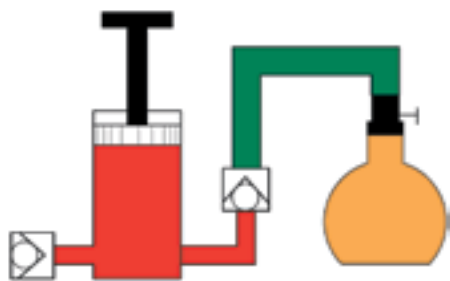
Peso do ar

Como toda matéria concreta, o ar tem peso. A experiência abaixo mostra a existência do peso do ar. Temos dois balões idênticos, hermeticamente fechados, contendo ar com a mesma pressão e temperatura.

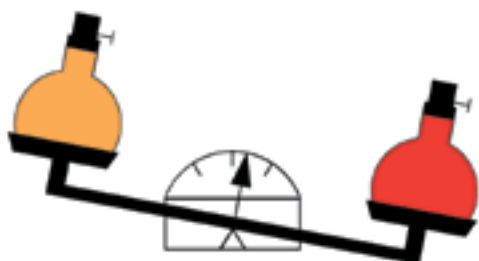
Colocando-os numa balança de precisão, os pratos se equilibram.



De um dos balões, retira-se o ar através de uma bomba de vácuo.



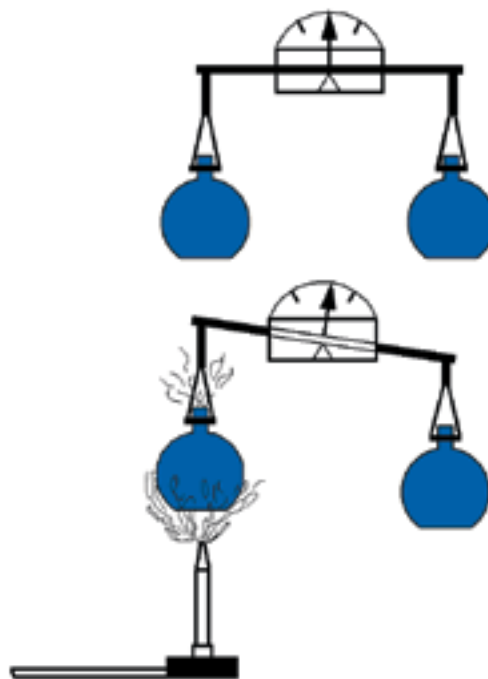
Coloca-se outra vez o balão na balança (já sem o ar) e haverá o desequilíbrio causado pela falta do ar. Um litro de ar, a 0°C e ao nível do mar, pesa $1,293 \times 10^{-3}$ Kgf.



O ar quente é mais leve que o ar frio

Uma experiência que mostra este fato é a seguinte: uma balança equilibra dois balões idênticos, abertos. Expondo-se um dos balões em contato com uma chama, o ar do seu interior se aquece, escapa pela boca do balão, tornando-se assim, menos denso. Consequentemente há um desequilíbrio na balança.

• Ar quente é menos denso que ar frio



Atmosfera

Camada formada por gases, principalmente por oxigênio (O_2 - 21%), nitrogênio (N_2 - 78%) e 1% de outros gases, que envolve toda a superfície terrestre, responsável pela existência de vida no planeta.

• Camadas gasosas da atmosfera



- A - Troposfera - 12 km
- B - Estratosfera - 50 km
- C - Mesosfera - 80 km
- D - Termosfera/Ionosfera - 500 km
- E - Exosfera - 800 a 3000 km

Pelo fato do ar ter peso, as camadas inferiores são comprimidas pelas camadas superiores. Assim, as camadas inferiores são mais densas que as superiores.

Concluimos, portanto, que um volume de ar comprimido é mais pesado que o ar à pressão normal ou à pressão atmosférica. Quando dizemos que um litro de ar pesa $1,293 \times 10^{-3}$ Kgf ao nível do mar, isto significa que, em altitudes diferentes, o peso tem valor diferente.

Pressão atmosférica

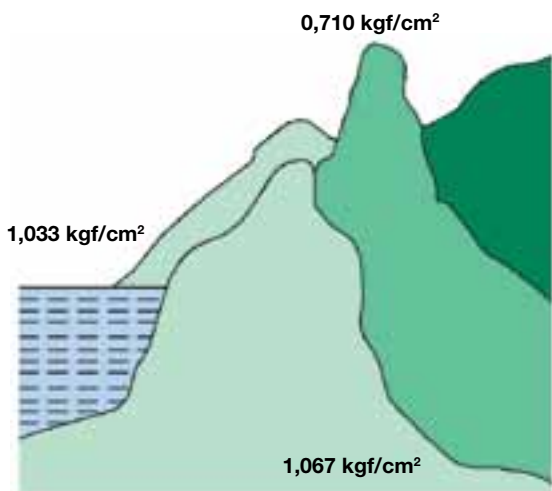
Sabemos que o ar tem peso, portanto, vivemos sob esse peso.

A atmosfera exerce sobre nós uma força equivalente ao seu peso, mas não a sentimos, pois ela atua em todos os sentidos e direções com a mesma intensidade. O valor da pressão atmosférica ao nível do mar, a uma temperatura de 20°C e a uma umidade relativa de 36% é de 1 atm ou 760 mm (coluna de mercúrio) ou 1 bar ou 14,5 lbf/pol².

- A pressão atmosférica atua em todos os sentidos e direções



A pressão atmosférica varia proporcionalmente à altitude considerada. Esta variação pode ser notada.



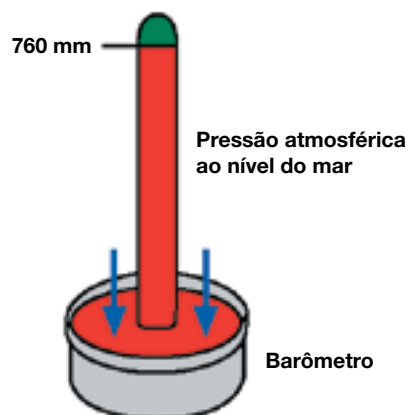
Variação da pressão atmosférica com relação à altitude

Altitude m	Pressão Kgf/cm ²	Altitude m	Pressão 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

Medição da pressão atmosférica

Nós geralmente pensamos que o ar não tem peso. Mas, o oceano de ar cobrindo a terra exerce pressão sobre ela. Torricelli, o inventor do barômetro, mostrou que a pressão atmosférica pode ser medida por uma coluna de mercúrio.

Enchendo-se um tubo com mercúrio e invertendo-o em uma cuba cheia com mercúrio, ele descobriu que a atmosfera padrão, ao nível do mar, suporta uma coluna de mercúrio de 760 mm de altura.



A pressão atmosférica ao nível do mar mede ou é equivalente a 760 mm de mercúrio. Qualquer elevação acima desse nível deve medir evidentemente menos do que isso. Num sistema hidráulico, as pressões acima da pressão atmosférica são medidas em kgf/cm².

As pressões abaixo da pressão atmosférica são medidas em unidade de milímetros de mercúrio.

Efeitos combinados entre as 3 variáveis físicas do gás

Lei geral dos gases perfeitos

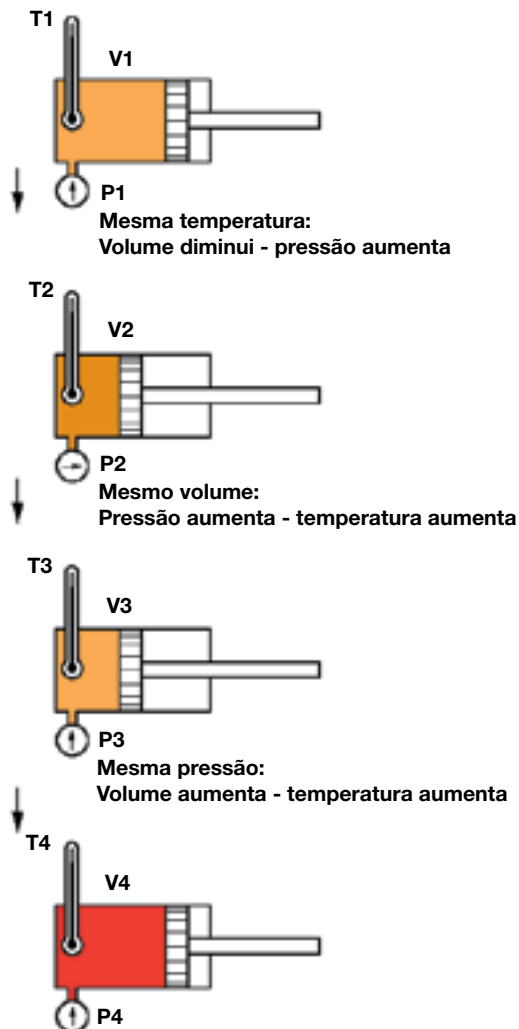
As leis de Boyle-Mariotte, Charles e Gay Lussac referem-se a transformações de estado, nas quais uma das variáveis físicas permanece constante.

Geralmente, a transformação de um estado para outro envolve um relacionamento entre todas, sendo assim, a relação generalizada é expressa pela fórmula:

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

De acordo com esta relação são conhecidas as três variáveis do gás. Por isso, se qualquer uma delas sofrer alteração, o efeito nas outras poderá ser previsto.

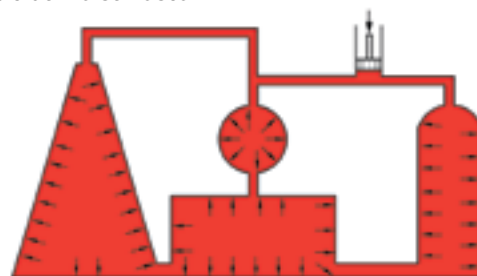
• Efeito combinado entre as três variáveis



Princípio de Pascal

Constata-se que o ar é muito compressível sob ação de pequenas forças. Quando contido em um recipiente fechado, o ar exerce uma pressão igual sobre as paredes, em todos os sentidos. Por Blaise Pascal temos: "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".

• Princípio de Blaise Pascal



- 1 - Suponhamos um recipiente com líquido, o qual é praticamente incompressível;
- 2 - Se aplicarmos uma força de 10 Kgf num êmbolo de 1 cm² de área;
- 3 - O resultado será uma pressão de 10 Kgf/cm² nas paredes do recipiente.

No S.I. F - Força (Newton)
 P - Pressão (Newton/m²)
 A - Área (m²)

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

No MKS* F - Força (kgf)
 P - Pressão (kgf/cm²)
 A - Área (cm²)

Temos que: 1 kgf = 9,8 N

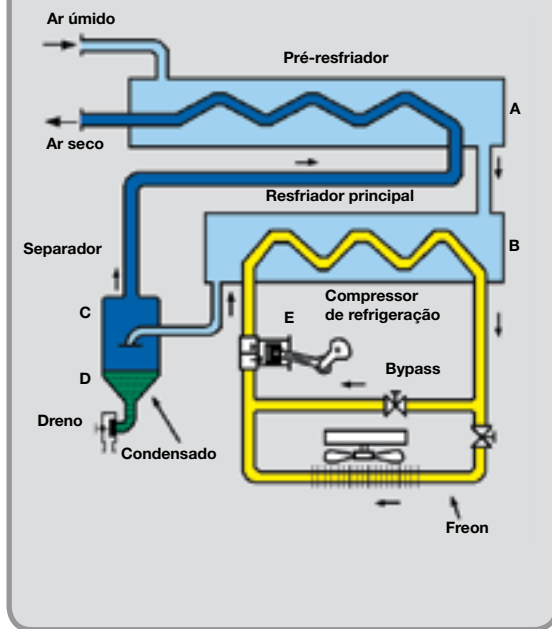
Nota: Pascal não faz menção ao fator atrito, existente quando o líquido está em movimento, pois baseia-se na forma estática e não nos líquidos em movimento.

Tabelas de conversão de pressão e vazão volumétrica

Unidades de medidas	Equivalências		
kgf/cm ² lbf/pol ² psi	1kgf/cm ²	14,22 lbf/pol ²	
		0,98 bar	
		10 m.c.a	
psig * bar	1 atm	0,968 atm	
		1,083 kgf/cm ²	
		14,7 psi	
atm kPa	1 bar	1 bar	
		1,083 kgf/cm ²	
		14,51 psi	
N/m ²	1 N/m ²	100 kPa	
		0,0001 kgf/cm ²	
pcm cfm scfm	1 pé ³ /min	28,32 l/min	
		1 m ³ /min	1000 l/min
			35,32 pés ³ /min
l/min dm ³ galão	1 galão/min		264,17 gal/min
		1 dm ³ /min	1 l/min
		1 galão/min	3,78 l/min

* g = (GAUGE) é a pressão manométrica (lida no manômetro).

Produção, preparação e distribuição



Compressores

Filtros de ar comprimido

Secadores de ar

Redes de distribuição

Sistema de tubulação - Linha Parker-Transair

Tubulações secundárias e conexões

Pistolas de ar

Vazamentos de ar



Produção, preparação e distribuição

Atenção

Em nossa apostila, encontraremos, daqui para adiante, figuras e desenhos que foram ilustrados em cores. Essas cores não foram estabelecidas aleatoriamente.

Um circuito pneumático ou hidráulico pode ser mais facilmente interpretado quando trabalhamos com "cores técnicas", colorindo as linhas de fluxo, com o objetivo de identificar o que está ocorrendo com o mesmo ou qual função que este desenvolverá. As cores utilizadas para esse fim são normalizadas, porém existe uma diversificação em função da norma seguida.

Apresentamos abaixo as cores utilizadas pelo ANSI (American National Standard Institute), que substitui a organização ASA: sua padronização de cores é bem completa e abrange a maioria das necessidades de um circuito.

Vermelho

Indica pressão de alimentação, pressão normal do sistema, é a pressão do processo de transformação de energia; ex.: compressor.

Violeta

Indica que a pressão do sistema de transformação de energia foi intensificada; ex.: multiplicador de pressão.

Laranja

Indica linha de comando, pilotagem ou que a pressão básica foi reduzida; ex.: pilotagem de uma válvula.

Amarelo

Indica uma restrição no controle de passagem do fluxo; ex.: utilização de válvula de controle de fluxo.

Azul

Indica fluxo em descarga, escape ou retorno; ex.: exaustão para atmosfera.

Verde

Indica sucção ou linha de drenagem; ex.: sucção do compressor.

Branco

Indica fluido inativo; ex.: armazenagem.

Elementos de produção de ar comprimido

Compressores

Definição

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

Classificação e definição segundo os princípios de trabalho

São duas as classificações fundamentais para os princípios de trabalho.

Deslocamento positivo

Baseia-se fundamentalmente na redução de volume. O ar é admitido em uma câmara isolada do meio exterior, onde seu volume é gradualmente diminuído, processando-se a compressão. Quando uma certa pressão é atingida, provoca a abertura de válvulas de descarga, ou simplesmente o ar é empurrado para o tubo de descarga durante a contínua diminuição do volume da câmara de compressão.

Deslocamento dinâmico

A elevação da pressão é obtida por meio de conversão de energia cinética em energia de pressão, durante a passagem do ar através do compressor. O ar admitido é colocado em contato com impulsores (rotor laminado) dotados de alta velocidade.

Este ar é acelerado, atingindo velocidades elevadas e conseqüentemente os impulsores transmitem energia cinética ao ar. Posteriormente, seu escoamento é retardado por meio de difusores, obrigando a uma elevação na pressão.

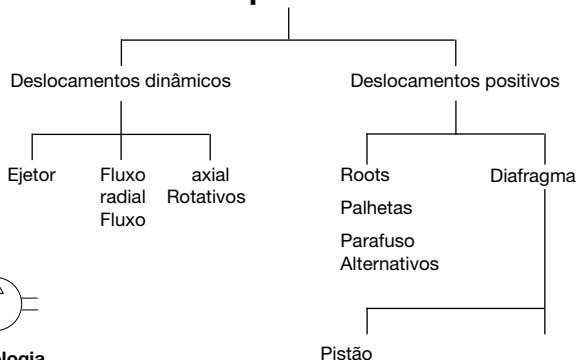
Difusor

É uma espécie de duto que provoca diminuição na velocidade de escoamento de um fluido, causando aumento de pressão.

Compressores

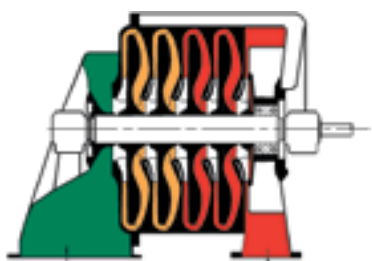
São apresentados a seguir alguns tipos de compressores.

Compressores



Simbologia

Compressor dinâmico de fluxo radial



Simbologia

O ar é acelerado a partir do centro de rotação, em direção à periferia, ou seja, é admitido pela primeira hélice (rotor dotado de lâminas dispostas radialmente), axialmente, é acelerado e expulso radialmente. Quando vários estágios estão reunidos em uma carcaça única, o ar é obrigado a passar por um difusor antes de ser conduzido ao centro de rotação do estágio seguinte, causando a conversão de energia cinética em energia de pressão. A relação de compressão entre os estágios é determinada pelo desenho da hélice, sua velocidade tangencial e a densidade do gás. O resfriamento entre os estágios, a princípio, era realizado através de camisas d'água nas paredes internas do compressor. Atualmente, existem resfriadores intermediários separados, de grande porte, devido à sensibilidade à pressão, por onde o ar é dirigido após dois ou três estágios, antes de ser injetado no grupo seguinte. Em compressores de baixa pressão não existe resfriamento intermediário. Os compressores de fluxo radial requerem altas velocidades de trabalho, como por exemplo 334, 550, 834 até 1667 r.p.s.. Isto implica também em um deslocamento mínimo de ar (0,1667 m³/s). As pressões influem na sua eficiência, razão pela qual geralmente são geradores de ar comprimido. Assim, comparando-se a sua eficiência com a de um compressor de deslocamento positivo, esta seria menor. Por isso, esses compressores são empregados quando se exigem grandes volumes de ar comprimido.

Compressor de parafuso

Este compressor é dotado de uma carcaça onde giram dois rotores helicoidais em sentidos opostos. Um dos rotores possui lóbulos convexos, o outro uma depressão côncava e são denominados, respectivamente, rotor macho e rotor fêmea. Os rotores são sincronizados por meio de engrenagens; entretanto existem fabricantes que fazem com que um rotor acione o outro por contato direto. O processo mais comum é acionar o rotor macho, obtendo-se uma velocidade menor do rotor fêmea. Estes rotores revolvem-se numa carcaça cuja superfície interna consiste de dois cilindros ligados como um "oito". Nas extremidades da câmara existem aberturas para admissão e descarga do ar. O ciclo de compressão pode ser seguido pelas figuras a, b, c e d.

• Ciclo de trabalho de um compressor de parafuso



Simbologia



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



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



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



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

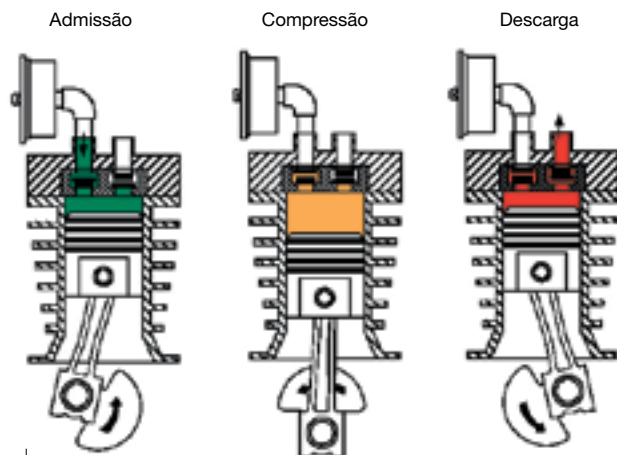
O ar à pressão atmosférica ocupa espaço entre os rotores e, conforme eles giram, o volume compreendido entre os mesmos é isolado da admissão. Em seguida, começa a decrescer, dando início à compressão. Esta prossegue até uma posição tal que a descarga é descoberta e o ar é descarregado continuamente,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

Compressor alternativo de pistão de simples efeito ou compressor tipo tronco

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

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

• Ciclo de trabalho de um compressor de pistão de simples efeito



Simbologia

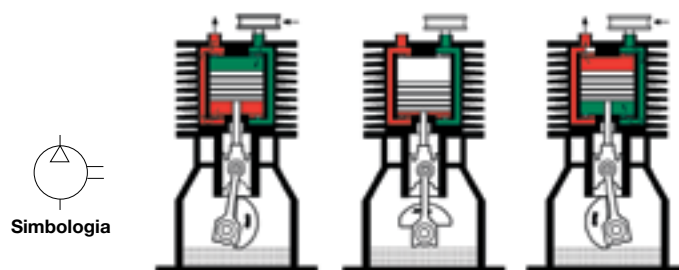
Compressor alternativo de pistão de duplo efeito ou compressor tipo cruzeta

Este compressor é assim chamado por ter duas câmaras, ou seja, as duas faces do êmbolo aspiram e comprimem. O virabrequim está ligado a uma cruzeta por uma biela; a cruzeta, por sua vez, está ligada ao êmbolo por uma haste.

Desta maneira consegue transmitir movimento alternativo ao êmbolo, além do que, a força de empuxo não é mais transmitida ao cilindro de compressão e sim às paredes guias da cruzeta.

O êmbolo efetua o movimento descendente e o ar é admitido na câmara superior, enquanto que o ar contido na câmara inferior é comprimido e expelido. Procedendo-se o movimento oposto, a câmara que havia efetuado a admissão do ar realiza a sua compressão e, a que havia comprimido efetua a admissão. Os movimentos prosseguem desta maneira, durante a marcha do trabalho.

• Ciclo de trabalho de um compressor de pistão de duplo efeito



Simbologia

Complementação dos compressores

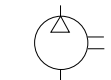
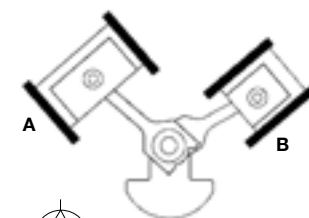
Cilindros (cabeçotes)

São executados, geralmente, em ferro fundido perlítico de boa resistência mecânica, com dureza suficiente e boas características de lubrificação devido à presença de carbono sob a forma de grafite. Pode ser fundido com aletas para resfriamento com ar, ou com paredes duplas para resfriamento com água (usam-se geralmente o bloco de ferro fundido e camisas de aço). A quantidade de cilindros com camisas determina o número de estágios que podem ser:

Êmbolo (pistão)

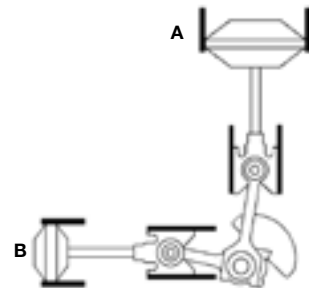
O seu formato varia de acordo com a articulação existente entre ele e a biela. Nos compressores de simples efeito, o pé da biela se articula diretamente sobre o pistão e este, ao subir, provoca empuxo na parede do cilindro. Em consequência, o êmbolo deve apresentar uma superfície de contato suficiente. No caso de duplo efeito, o empuxo lateral é suportado pela cruzeta e o êmbolo é rigidamente preso à haste. Os êmbolos são feitos de ferro fundido ou ligas de alumínio.

• Pistão de simples efeito



Simbologia

• Pistão de duplo efeito



Sistema de refrigeração dos compressores

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

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

O sistema de refrigeração compreende duas fases:

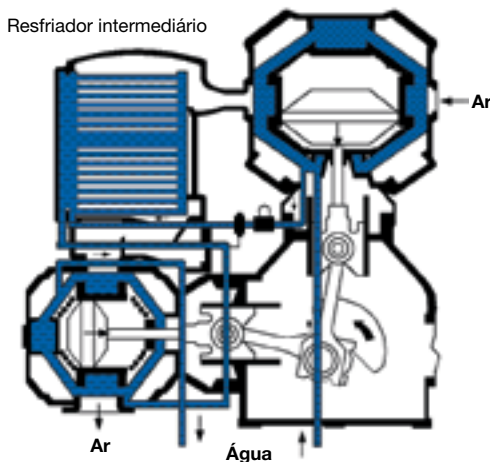
- Resfriamento dos cilindros de compressão
- Resfriamento do resfriador intermediário

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

Resfriamento a água

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

- Sistema de refrigeração a água em um compressor de dois estágios e duplo efeito



Esta construção é preferida, pois permite maior vazão e maior troca de calor. A água utilizada para este fim deve ter baixa temperatura, pressão suficiente, estar livre de impurezas e ser mole, isto é, conter pouco teor de sais de cálcio ou outras substâncias. O processo de resfriamento se inicia, geralmente, pela circulação de água através da câmara de baixa pressão, entrando posteriormente em contato com o resfriador intermediário. Além de provocar o resfriamento do ar, uma considerável quantidade de umidade é retida, em consequência da queda de temperatura provocada no fluxo de ar proveniente do estágio de baixa pressão.

Em seguida, a água é dirigida para a câmara de alta pressão, sendo eliminada do interior do compressor, indo para as torres ou piscinas de resfriamento. Aqui, todo o calor adquirido é eliminado da água, para que haja condições de reaproveitamento. Determinados tipos de compressores necessitam de grandes quantidades de água e, portanto, não havendo um reaproveitamento, haverá gastos. Este reaproveitamento se faz mais necessário quando a água disponível é fornecida racionalmente para usos gerais. Os compressores refrigeradores a água necessitam atenção constante, para que o fluxo refrigerante não sofra qualquer interrupção, o que acarretaria um aumento sensível na temperatura de trabalho. Determinados tipos de compressores possuem, no sistema de resfriamento intermediário, válvulas termostáticas, visando assegurar o seu funcionamento e protegendo-o contra a temperatura excessiva, por falta d'água ou outro motivo qualquer. O resfriamento intermediário pela circulação de água é o mais indicado.

Resfriamento a ar

Compressores pequenos e médios podem ser resfriados a ar em um sistema muito prático, particularmente em instalações ao ar livre ou onde o calor pode ser retirado facilmente das dependências. Nestes casos, o resfriamento a ar é a alternativa conveniente. Existem dois modos básicos de resfriamento por ar:

Circulação

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

Ventilação forçada

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

Manutenção do compressor

Esta é uma tarefa importante dentro do setor industrial. É imprescindível seguir as instruções recomendadas pelo fabricante que, melhor do que ninguém, conhece os pontos vitais de manutenção.

Um plano semanal de manutenção será previsto, e nele será programada uma verificação no nível de lubrificação, nos lugares apropriados e, particularmente, nos mancais do compressor, motor e no carter. Neste mesmo prazo será prevista a limpeza do filtro de ar e a verificação experimental da válvula de segurança, para comprovação do seu real funcionamento. Será prevista também a verificação da tensão das correias. Periodicamente, será verificada a fixação do volante sobre o eixo de manivelas.

Considerações sobre irregularidades na compressão

Como na compressão o ar é aquecido, é normal um aquecimento do compressor. Porém, às vezes o aquecimento exagerado pode ser devido a uma das seguintes causas:

- a) Falta de óleo no carter
- b) Válvulas presas
- c) Ventilação insuficiente
- d) Válvulas sujas
- e) Óleo do carter viscoso demais
- f) Válvulas de recalque quebradas
- g) Filtro de ar entupido

Em caso de "batidas" ou barulho anormal, observar os itens seguintes:

- a) Carvão no pistão
- b) Folga ou desgaste nos pinos que prendem as buchas e os pistões
- c) Jogo nos mancais das buchas no eixo das manivelas
- d) Desgaste nos mancais principais
- e) Válvulas mal assentadas
- f) Volante solto

Se os períodos de funcionamento são mais longos que os normais, isto pode ser devido a:

- a) Entupimento do filtro de ar
- b) Perda de ar nas linhas
- c) Válvulas sujas ou emperradas
- d) Necessidade de maior capacidade de ar

Preparação do ar comprimido

Umidade

O ar atmosférico é uma mistura de gases, principalmente de oxigênio e nitrogênio, e contém contaminantes de três tipos básicos: água, óleo e poeira. As partículas de poeira, em geral abrasivas, e o óleo queimado no ambiente de lubrificação do compressor, são responsáveis por manchas nos produtos. A água é responsável por outra série de inconvenientes que mencionaremos adiante. O compressor, ao admitir ar, aspira também os seus compostos e, ao comprimir, adiciona a esta mistura o calor sob a forma de pressão e temperatura, além de adicionar óleo lubrificante.

Os gases sempre permanecem em seu estado nas temperaturas e pressões normais encontradas no emprego da pneumática. Componentes com água sofrerão condensação e ocasionarão problemas. Sabemos que a quantidade de água absorvida pelo ar está relacionada com a sua temperatura e volume. A maior quantidade de vapor d'água contida num volume de ar sem ocorrer condensação dependerá da temperatura de saturação ou ponto de orvalho a que está submetido este volume. No ar comprimido temos ar saturado. O ar estará saturado quando a pressão parcial do vapor d'água for igual à pressão de saturação do vapor d'água, à temperatura local.

O vapor é superaquecido quando a pressão parcial do vapor d'água for menor que a pressão de saturação. Enquanto tivermos a presença de água em forma de vapor normalmente superaquecido, nenhum problema ocorrerá. Analisemos agora: um certo volume de ar está saturado com vapor d'água, isto é, sua umidade relativa é 100%; comprimimos este volume até o dobro da pressão absoluta, o seu volume se reduzirá à metade. Logicamente, isto significará que sua capacidade de reter vapor d'água também foi reduzida à metade devido ao aumento da pressão e redução do seu volume. Então o excesso de vapor será precipitado como água. Isto ocorre se a temperatura for mantida constante durante a compressão, ou seja, processo isotérmico de compressão. Entretanto, isso não acontece; verifica-se uma elevação considerável na temperatura durante a compressão. Como foi mencionado anteriormente, a capacidade de retenção da água pelo ar está relacionada com a temperatura, sendo assim, não haverá precipitação no interior das câmaras de compressão. A precipitação de água ocorrerá quando o ar sofrer um resfriamento, seja no resfriador ou na linha de distribuição. Isto explica porque no ar comprimido existe sempre ar saturado com vapor d'água em suspensão, que se precipita ao longo das tubulações na proporção em que se resfria.

Quando o ar é resfriado à pressão constante, a temperatura diminui, então a parcial do vapor será igual à pressão de saturação no ponto de orvalho. Qualquer resfriamento adicional provocará condensação da umidade. Denomina-se **ponto de orvalho** o estado termodinâmico correspondente ao início da condensação do vapor d'água, quando o ar úmido é resfriado e a pressão parcial do vapor é constante. A presença desta água condensada nas linhas de ar, causada pela diminuição de temperatura, terá como conseqüências:

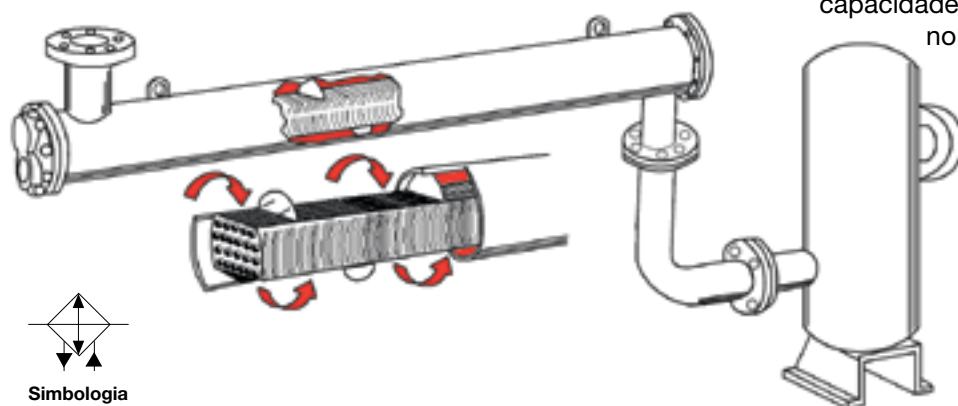
- Oxida a tubulação e componentes pneumáticos.
- Destroi a película lubrificante existente entre as duas superfícies que estão em contato, acarretando desgaste prematuro e reduzindo a vida útil das peças, válvulas, cilindros, etc.
- Prejudica a produção de peças.
- Arrasta partículas sólidas que prejudicarão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

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

Resfriador posterior

Como vimos no tópico anterior, a umidade presente no ar comprimido é prejudicial, supondo que a temperatura de descarga de uma compressão seja de 130°C, sua capacidade de retenção de água é de 1,496 Kg/m³ e à medida que esta temperatura diminui, a água precipita-se no sistema de distribuição, causando sérios problemas. Para resolver de maneira eficaz o problema inicial da água nas instalações de ar comprimido, o equipamento mais completo é o resfriador posterior, localizado entre a saída do compressor e o reservatório, pelo fato de que o ar

• Resfriador Posterior



Simbologia

comprimido na saída atinge sua maior temperatura. O resfriador posterior é simplesmente um trocador de calor utilizado para resfriar o ar comprimido. Como consequência deste resfriamento, permite-se retirar cerca de 75% a 90% do vapor de água contido no ar, bem como vapores de óleo; além de evitar que a linha de distribuição sofra uma dilatação, causada pela alta da temperatura de descarga do ar. Ainda mais devido às paradas e à presença de umidade, poderemos ter na linha, choques térmicos e contrações acarretando trincamentos nas uniões soldadas, que viriam a ser ponto de fuga para o ar, além de manter a temperatura do ar compatível com as vedações sintéticas, utilizadas pelos componentes pneumáticos. Um resfriador posterior é constituído basicamente de duas partes: um corpo geralmente cilíndrico onde se alojam feixes de tubos confeccionados com materiais de boa condução de calor, formando no interior do corpo uma espécie de colméia. A segunda parte é um separador de condensado dotado de dreno. O ar proveniente do compressor é obrigado a passar através dos tubos, sempre em sentido oposto ao fluxo da água de refrigeração, que é mudado constantemente de direção por placas defletoras, garantindo, desta forma, uma maior dissipação de calor.

Na saída, está o separador. Devido à sinuosidade do caminho que o ar deve percorrer, provoca a eliminação da água condensada, que fica retida numa câmara. A parte inferior do separador é dotada de um dreno manual ou automático na maioria dos casos, através do qual a água condensada é expulsa para a atmosfera. Deve-se observar cuidadosamente a temperatura da água fornecida para o resfriamento do ar. Do contrário, se o fluido refrigerante for circulado com uma temperatura elevada ou se o volume necessário de água para o resfriamento for insuficiente, o desempenho do resfriador poderá ser comprometido.

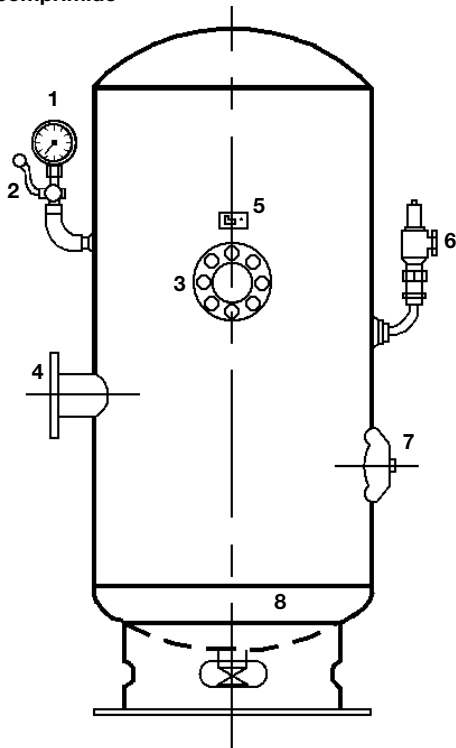
A temperatura na saída do resfriador dependerá da temperatura com que o ar é descarregado, da temperatura da água de refrigeração e do volume de água necessário para a refrigeração. Certamente, a capacidade do compressor influi diretamente no porte do resfriador. Devido ao resfriamento, o volume de ar disponível é reduzido e, portanto, a sua energia também sofre redução. Contudo, o emprego do resfriador posterior não representa perda real de energia, já que o ar deveria, de qualquer forma, ser resfriado na tubulação de distribuição, causando os efeitos indesejáveis já mencionados. Com o resfriador estes problemas são minimizados.

Reservatório de ar comprimido

Um sistema de ar comprimido é dotado, geralmente, de um ou mais reservatórios, desempenhando grandes funções junto a todo o processo de produção.

• Reservatório de ar comprimido

- 1 - Manômetro
- 2 - Válvula registro
- 3 - Saída
- 4 - Entrada
- 5 - Placa de identificação
- 6 - Válvula de segurança e alívio
- 7 - Escotilha para inspeção
- 8 - Dreno



Em geral, o reservatório possui as seguintes funções:

- Armazenar o ar comprimido.
- Resfriar o ar auxiliando a eliminação do condensado.
- Compensar as flutuações de pressão em todo o sistema de distribuição.
- Estabilizar o fluxo de ar.
- Controlar as marchas dos compressores, etc.

Os reservatórios são construídos no Brasil conforme a Norma PNB 109 da A.B.N.T, que recomenda:

Nenhum reservatório deve operar com uma pressão acima da pressão máxima de trabalho permitida, exceto quando a válvula de segurança estiver dando vazão; nesta condição, a pressão não deve ser excedida em mais de 6% do seu valor.

Localização

Os reservatórios devem ser instalados de modo que todos os drenos, conexões e aberturas de inspeção sejam facilmente acessíveis. Em nenhuma condição, o reservatório deve ser enterrado ou instalado em local de difícil acesso; deve ser instalado, de preferência, fora da casa dos compressores, na sombra, para facilitar a condensação da umidade e do óleo contidos

no ar comprimido; deve possuir um dreno no ponto mais baixo para fazer a remoção deste condensado acumulado em cada 8 horas de trabalho; o dreno, preferencialmente, deverá ser automático. Os reservatórios são submetidos a uma prova de pressão hidrostática, antes da utilização, de acordo com a NR-13 (norma reguladora para vasos de pressão).

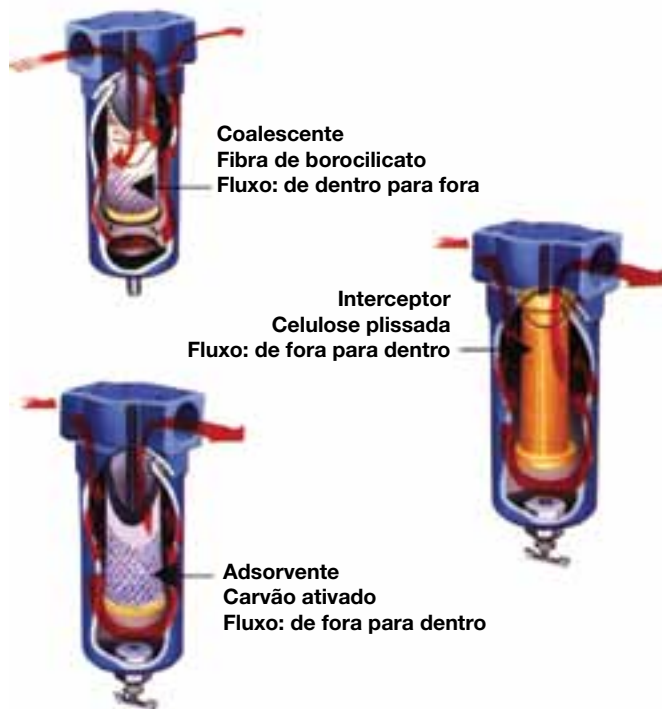
Filtros de ar comprimido

Pela definição da Norma ISO-8573, filtro é um aparato para separar os contaminantes presentes em fluido (ISO-8573/2.16). **O filtro de ar comprimido aparece geralmente em três posições diferentes: antes e depois do secador de ar comprimido e também junto ao ponto de uso.** A função do filtro instalado antes do secador por refrigeração (**pré-filtro**) é separar o restante da contaminação sólida e líquida (~30%) não totalmente eliminada pelo separador de condensados do resfriador posterior, protegendo os trocadores de calor do secador contra o excesso de óleo oriundo do compressor de ar, o que poderia impregná-los, prejudicando sua eficiência de troca térmica (ISO-8573-5.2.3).

O excesso de condensado no secador também reduz sua capacidade de resfriamento do ar comprimido, pois consome-se energia para resfriar um condensado que já poderia ter sido eliminado do sistema. No caso de sistemas dotados de secadores por adsorção, o pré-filtro deverá garantir que nenhuma quantidade de contaminação líquida, inclusive os aerossóis de água e óleo, atinja o material adsorvedor, obstruindo seus poros e impedindo a sua reativação (ISO-8573/5.2.3). O filtro instalado após o secador (**pós-filtro**) deve ser responsável pela eliminação da umidade residual (~30%) não removida pelo separador mecânico de condensados do secador por refrigeração, além da contenção dos sólidos não retidos no pré-filtro.

A capacidade do pós-filtro é efetuar a eliminação de qualquer umidade residual seriamente afetada pela temperatura do ar comprimido na saída do secador. Na verdade, em qualquer secador por refrigeração, o ar comprimido sofre um reaquecimento antes de voltar à tubulação. Esse reaquecimento é intencional (economiza energia e evita que a tubulação fique gelada), mas provoca a completa reevaporação da umidade residual que não foi removida pelo separador de condensados. No estado gasoso, essa umidade não pode ser eliminada pelo pós-filtro. Na prática, o pós-filtro instalado após o secador por refrigeração retém apenas partículas sólidas. No caso de sistemas dotados de secadores por adsorção, o pós-filtro destina-se apenas à retenção das partículas sólidas produzidas pela abrasão do material adsorvedor (poeira do adsorvedor).

Tipos de filtro/elemento



Filtro Série H - Parker



Vasos código ASME



Especificações técnicas

Vazão	Até 63.000 m³/h (37.000 SCFM)
Máxima pressão de trabalho	1 elemento: 150 psi Multi elementos: 200 psi
Máxima temperatura	260°C
Vedações	Nitrílica
Carcaça	Alumínio cromado e aço carbono
Pintura interna	Eletrostática à pó

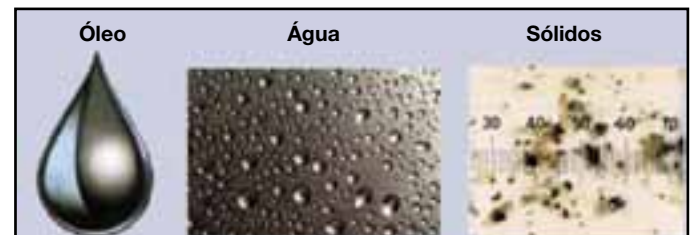
Efeitos do ar comprimido contaminado

- Obstrução de orifícios;
- Desgaste de vedações;
- Erosão nos componentes pneumáticos;
- Redução de eficiência de produtividade da máquina;
- Custos elevados com paradas de máquinas.

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



Tipos de contaminantes



Vapores

Vapor de água, óleo, tinta, voláteis e solventes. O ar ambiente a 20°C retém até 18 g/m³ de água.

Consequências

- Ferrugem na tubulação;
- Deterioração de vedações;
- Imperfeições em processo de pintura;
- Erro de leitura de instrumentos;
- Manutenções frequentes em equipamentos pneumáticos e baixo desempenho.

Líquidos

Óleo lubrificante de compressor, água e óleo condensados, óleo carbonizado e outros tipos de produtos próximos à instalação do compressor.

Ponto de orvalho à pressão atmosférica (padrão de referência - unidade °C)

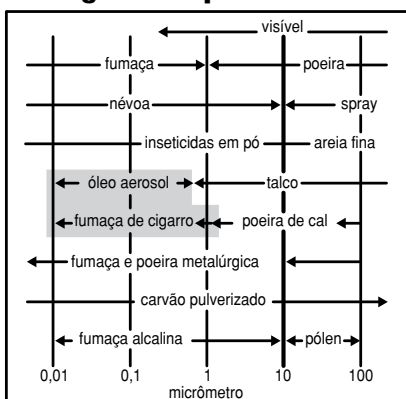
Trata-se da temperatura na qual o vapor de água contido no ar comprimido, numa certa pressão, inicia sua condensação.

P.O °C	Água g/m³	P.O °C	Água g/m³	P.O °C	Água g/m³
-70	0,0019	-22	0,6232	26	25,4882
-68	0,0026	-20	0,7566	28	28,7887
-66	0,0034	-18	0,9152	30	32,4773
-64	0,0046	-16	1,1047	32	36,5892
-62	0,0060	-14	1,3288	34	41,1783
-60	0,0079	-12	1,5943	36	46,2942
-58	0,0103	-10	1,9070	38	52,0071
-56	0,0135	-8	2,2090	40	58,3676
-54	0,0174	-6	2,6647	42	65,4660
-52	0,0225	-4	3,2162	44	73,3929
-50	0,0288	-2	3,8085	46	82,1939
-48	0,0368	0	4,5011	48	92,0980
-46	0,0468	2	5,1638	50	103,1027
-44	0,0593	4	6,0078	52	115,4836
-42	0,0748	6	6,9157	54	129,3509
-40	0,0940	8	7,9440	56	144,9386
-38	0,1176	10	9,1059	58	162,5200
-36	0,1467	12	10,4220	60	182,3031
-34	0,1823	14	11,9016	62	204,7760
-32	0,2256	16	13,5694	64	230,4018
-30	0,2783	18	15,4356	66	259,4792
-28	0,3421	20	17,5415	68	293,0886
-26	0,4192	22	19,8987	70	331,8318
-24	0,5119	24	25,5352		

Mícron

O micron é a dimensão física equivalente à milésima parte do milímetro.

Micragem das partículas



→||← 1.000 micrômetros

1 micrômetro
 =
 milésima
 parte do
 milímetro
 =
 milionésima
 parte do metro

Visibilidade

O olho humano, sem nenhum recurso, não consegue distinguir objetos menores que 40 microns.

Secadores de ar

A presença de umidade no ar comprimido é sempre prejudicial para as automatizações pneumáticas, pois causa sérias consequências. É necessário eliminar ou reduzir ao máximo esta umidade.

O ideal seria eliminá-la do ar comprimido de modo absoluto, o que é praticamente impossível. Ar seco industrial não é aquele totalmente isento de água; é o ar que, após um processo de desidratação, flui com um conteúdo de umidade residual de tal ordem que possa ser utilizado sem qualquer inconveniente.

Com as devidas preparações, consegue-se a distribuição do ar com valor de umidade baixo e tolerável nas aplicações encontradas. A aquisição de um secador de ar comprimido pode figurar no orçamento de uma empresa como um alto investimento. Em alguns casos, verificou-se que um secador chegava a custar 25% do valor total da instalação de ar.

Mas, cálculos efetuados, mostravam também os prejuízos causados pelo ar úmido: substituição de componentes pneumáticos, filtros, válvulas, cilindros danificados, impossibilidade de aplicar o ar em determinadas operações como pintura, pulverizações e ainda mais os refugos causados na produção de produtos.

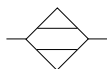
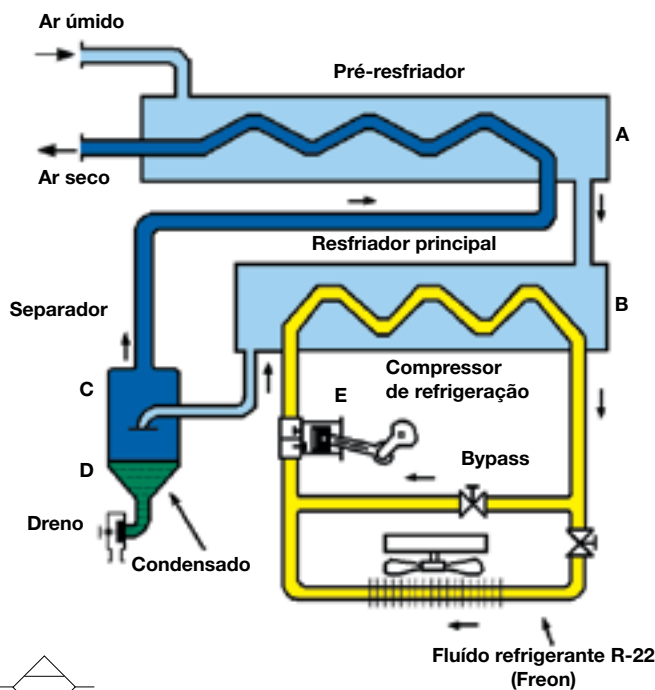
Concluiu-se que o emprego do secador tornou-se altamente lucrativo, sendo pago em pouco tempo de trabalho, considerando-se somente as peças que não eram mais refugadas pela produção. Os meios utilizados para secagem do ar são múltiplos. Vamos nos referir aos três mais importantes, tanto pelos resultados finais obtidos quanto por sua maior difusão.

Secagem por refrigeração

O método de desumidificação do ar comprimido por refrigeração consiste em submeter o ar a uma temperatura suficientemente baixa, a fim de que a quantidade de água existente seja retirada em grande parte e não prejudique, de modo algum, o funcionamento dos equipamentos, porque, como mencionamos anteriormente, a capacidade do ar de reter umidade está em função da temperatura.

Além de remover a água, provoca, no compartimento de resfriamento, uma emulsão com o óleo lubrificante do compressor, auxiliando na remoção de certa quantidade. O método de secagem por refrigeração é bastante simples.

• Secagem por refrigeração



Simbologia

O ar comprimido entra, inicialmente, em um pré-resfriador (trocador de calor) (A), sofrendo uma queda de temperatura causada pelo ar que sai do resfriador principal (B). No resfriador principal o ar é resfriado ainda mais, pois está em contato com um circuito de refrigeração.

Durante esta fase, a umidade presente no ar comprimido forma pequenas gotas de água corrente chamadas condensado e que são eliminadas pelo separador (C), onde a água depositada é evacuada através de um dreno (D) para a atmosfera.

A temperatura do ar comprimido é mantida entre 0,65 e 3,2°C no resfriador principal, por meio de um termostato que atua sobre o compressor de refrigeração (E).

O ar comprimido seco volta novamente ao trocador de calor inicial (A), causando o pré-resfriamento no ar úmido de entrada, coletando parte do calor deste ar.

O calor adquirido serve para recuperar sua energia e evitar o resfriamento por expansão, que ocasionaria a formação de gelo, caso fosse lançado a uma baixa temperatura na rede de distribuição, devido à alta velocidade.

Secador - Parker



Especificações técnicas

Secadores PAD

Modelo	Vazão (pcm)	Conexão (NPT)	Dimensional (mm)			Peso (kg)
			Comprimento (A)	Largura (B)	Altura (C)	
PAD15L	42	3/4"	400	440	745	46
PAD2L	53	1"	400	440	915	50
PAD3S	76	1"	400	440	915	50
PAD3L	105	1"	450	500	1105	80
PAD4L	160	1 1/2"	650	550	1200	90
PAD45L	210	1 1/2"	650	550	1370	97
PAD5S	275	2"	650	550	1390	115
PAD6S	340	2"	700	630	1390	190
PAD8S	425	2"	700	630	1390	190
PAD8L	570	3"	860	760	1630	225
PAD9L	675	3"	860	900	1560	250
PAD0L	845	3"	860	960	1630	275
PAD12L	1060	4"	1250	1000	1630	295

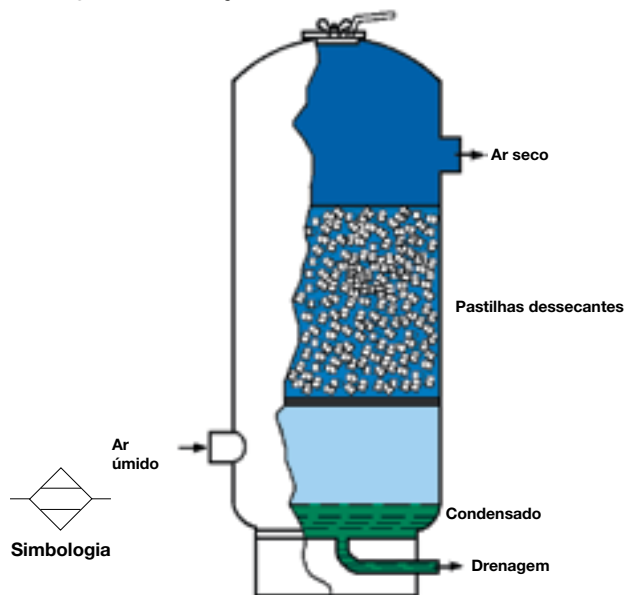
Secagem por absorção

É a fixação de um absorvo, geralmente líquido ou gasoso, no interior da massa de um absorvo sólido, resultante de um conjunto de reações químicas.

Em outras palavras, é o método que utiliza, em um circuito, uma substância sólida ou líquida, com capacidade de absorver outra substância líquida ou gasosa. Este processo é também chamado de Processo Químico de Secagem, pois o ar é conduzido no interior de um volume através de uma massa higroscópica, insolúvel ou deliquescente que absorve a umidade do ar, processando-se uma reação química.

As substâncias higroscópicas são classificadas como insolúveis quando reagem quimicamente com o vapor d'água, sem se liquefazerem. São deliquescentes quando, ao absorver o vapor d'água, reagem e tornam-se líquidas.

• Secagem por absorção



As principais substâncias utilizadas são:

Cloreto de Cálcio, Cloreto de Lítio, Dry-o-Lite. Com a consequente diluição das substâncias, é necessária uma reposição regular, caso contrário, o processo torna-se deficiente.

A umidade retirada e a substância diluída são depositadas na parte inferior do invólucro, junto a um dreno, de onde são eliminadas para a atmosfera.

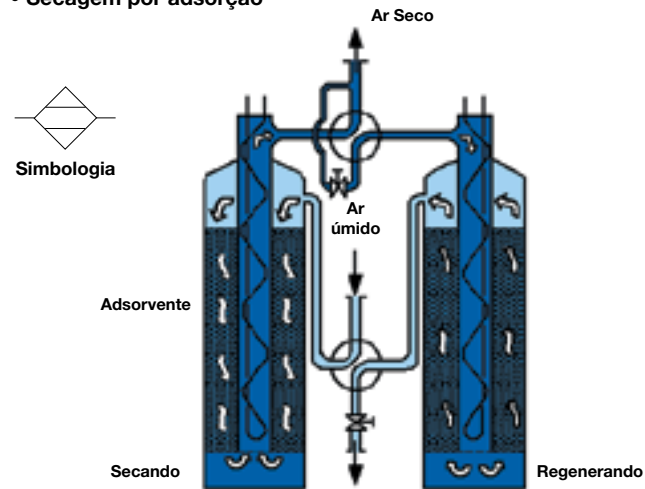
Secagem por adsorção

É a fixação das moléculas de um adsorvato na superfície de um adsorvente geralmente poroso e granulado, ou seja, é o processo de depositar moléculas de uma substância (ex. água) na superfície de outra substância, geralmente sólida (ex. SiO_2).

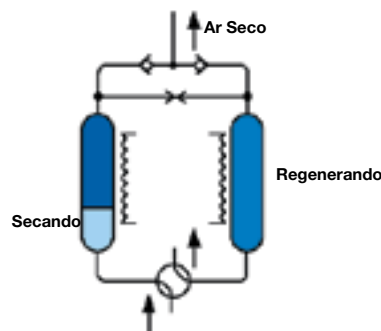
Este método também é conhecido por Processo Físico de Secagem, porém seus detalhes são desconhecidos. É admitido como teoria que na superfície dos corpos sólidos existem forças desbalanceadas, influenciando moléculas líquidas e gasosas através de sua força de atração; admite-se, portanto, que as moléculas (adsorvato) são adsorvidas nas camadas mono ou multimoleculares dos corpos sólidos, para efetuar um balanceamento semelhante à Lei dos Octetos dos átomos.

O processo de adsorção é regenerativo; a substância adsorvente, após estar saturada de umidade, permite a liberação de água quando submetida a um aquecimento regenerativo.

• Secagem por adsorção



• Esquemática da secagem por adsorção



Para secar o ar existem dois tipos básicos de secadores:

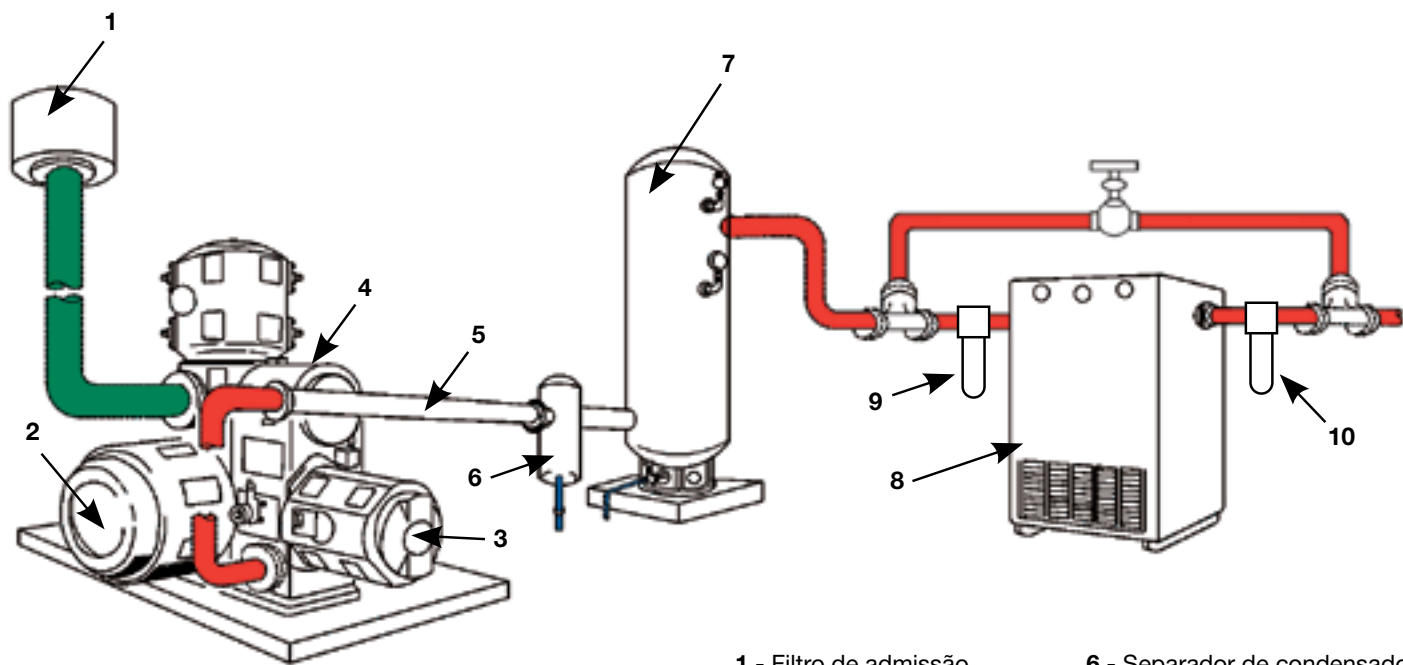
Torres Duplas: é o tipo mais comum. As torres são preenchidas com Óxido de Silício SiO_2 (Silicagel), Alumina Ativa Al_2O_3 , Rede Molecular ($\text{Na Al O}_2 \text{ Si O}_2$) ou ainda Sorbead.

Através de uma válvula direcional, o ar úmido é orientado para uma torre, onde haverá a secagem do ar. Na outra torre ocorrerá a regeneração da substância adsorvente, que poderá ser feita por injeção de ar quente; na maioria dos casos por resistores e circulação de ar seco.

Havendo o aquecimento da substância, provocaremos a evaporação da umidade. Por meio de um fluxo de ar seco, a água em forma de vapor é arrastada para a atmosfera. Terminado um período de trabalho preestabelecido, há inversão nas função das torres, por controle manual ou automático. Na maioria dos casos; a torre que secava o ar passa a ser regenerada e outra inicia a secagem.

Ao realizar-se a secagem do ar com as diferentes substâncias, é importante atentar para máxima temperatura do ar seco, como também para a temperatura de regeneração da substância. Estes são fatores que devem ser levados em conta para um bom desempenho do secador. Na saída do ar deve ser prevista a colocação de um filtro para eliminar a poeira das substâncias, prejudicial para os componentes pneumáticos, bem como deve ser montado um filtro de carvão ativo antes da entrada do secador, para eliminar os resíduos de óleo, que, em contato com as substâncias de secagem, causam sua impregnação, reduzindo consideravelmente o seu poder de retenção de umidade.

Como vimos, é de grande importância a qualidade do ar que será utilizado. Esta qualidade poderá ser obtida desde que os condicionamentos básicos do ar comprimido sejam concretizados, representando menores índices de manutenção, maior durabilidade dos componentes pneumáticos, ou seja, será obtida maior lucratividade em relação à automatização efetuada.

• Esquemática da produção, armazenamento e condicionamento do ar comprimido

- | | |
|------------------------------|-----------------------------|
| 1 - Filtro de admissão | 6 - Separador de condensado |
| 2 - Motor elétrico | 7 - Reservatório |
| 3 - Compressor | 8 - Secador |
| 4 - Resfriador intermediário | 9 - Pré-filtro |
| 5 - Resfriador posterior | 10 - Pós-filtro |

A importância da qualidade do ar



A função dos filtros é retirar os contaminantes sólidos e o vapor de óleo. Já o secador de ar é necessário para a retirada de água existente.

A ilustração acima explica o processo de tratamento do ar comprimido.

1ª etapa:

O ar é absorvido do ambiente pelo compressor e contém água, óleo (proveniente do compressor) e partículas contaminantes prejudiciais aos equipamentos pneumáticos.

2ª etapa:

Após a compressão, este ar torna-se saturado e passa por um pré-filtro Finite, modelo HN grau 10, de onde são retiradas as partículas sólidas contaminantes.

3ª etapa:

Após a pré-filtração, o ar comprimido passa pelo secador de ar modelo PAD, cuja função é reduzir a sua temperatura até +3°C (ponto de orvalho para secador por refrigeração). Ao atingir essa temperatura, o vapor de água condensa, tornando o ar seco.

4ª etapa:

O ar comprimido seco passa pelo pós-filtro Finite, modelo HN grau 6, que retira vapores de óleo e partículas sólidas ainda existentes no sistema. O secador de ar precisa ser dimensionado de maneira correta, além de sua frequente manutenção preventiva, pois o mau dimensionamento ou problemas no seu funcionamento causam um arraste de água para a rede de ar comprimido.

Redes de distribuição

Aplicar, para cada máquina ou dispositivo automatizado, um compressor próprio, é possível somente em casos esporádicos e isolados.

Onde existem vários pontos de aplicação, o processo mais conveniente e racional é efetuar a distribuição do ar comprimido situando as tomadas nas proximidades dos utilizadores.

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

A rede possui duas funções básicas:

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

Um sistema de distribuição perfeitamente executado deve apresentar os seguintes requisitos:

Pequena queda de pressão entre o compressor e as partes de consumo, a fim de manter a pressão dentro de limites toleráveis em conformidade com as exigências das aplicações.

Não apresentar escape de ar; do contrário haveria perda de potência. Apresentar grande capacidade de realizar separação de condensado.

Ao serem efetuados o projeto e a instalação de uma planta qualquer de distribuição, é necessário levar em consideração certos preceitos. O não cumprimento de certas bases é contraproducente e aumenta sensivelmente a necessidade de manutenção.

Layout

Visando melhor performance na distribuição do ar, a definição do layout é importante. Este deve ser construído em desenho isométrico ou escala, permitindo a obtenção do comprimento das tubulações nos diversos trechos. O layout apresenta a rede principal de distribuição, suas ramificações, todos os pontos de consumo, incluindo futuras aplicações; qual a pressão destes pontos, e a posição de válvulas de fechamento, moduladoras, conexões, curvaturas, separadores de condensado, etc.

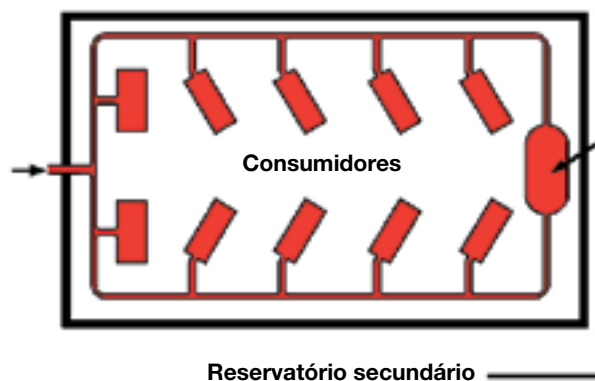
Através do layout, pode-se então definir o menor percurso da tubulação, acarretando menores perdas de carga e proporcionando economia.

Formato

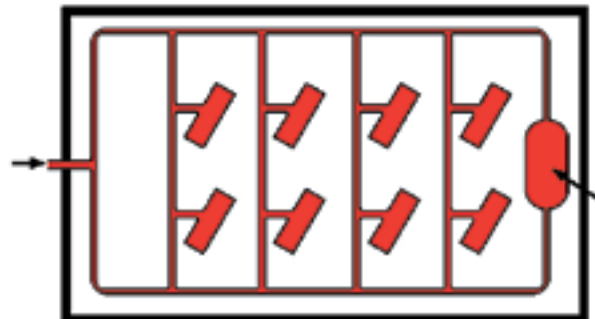
Em relação ao tipo de linha a ser executado, anel fechado (circuito fechado) ou circuito aberto, devem-se analisar as condições favoráveis e desfavoráveis de cada uma.

Geralmente a rede de distribuição é em circuito fechado, em torno da área onde há necessidade do ar comprimido. Deste anel partem as ramificações para os diferentes pontos de consumo.

• Rede de distribuição em anel fechado



A - Rede de distribuição com tubulações derivadas do anel.



B - Rede de distribuição com tubulações derivadas das transversais.

O anel fechado auxilia na manutenção de uma pressão constante, além de proporcionar uma distribuição mais uniforme do ar comprimido para os consumos intermitentes.

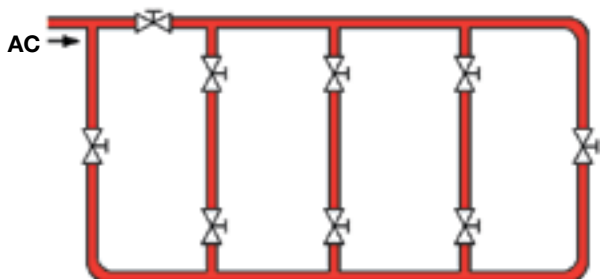
Dificulta, porém, a separação da umidade, porque o fluxo não possui uma direção; dependendo do local de consumo, circula em duas direções.

Existem casos em que o circuito aberto deve ser feito, por ex.: área onde o transporte de materiais e peças é aéreo, pontos isolados, pontos distantes, etc; neste caso, são estendidas linhas principais para o ponto.

Válvulas de fechamento na linha de distribuição

São de grande importância na rede de distribuição para permitir a divisão desta em seções, especialmente em casos de grandes redes, fazendo com que as seções tornem-se isoladas para inspeção, modificações e manutenção. Assim, evitamos que outras seções sejam simultaneamente atingidas, não havendo paralisação do trabalho e da produção.

• Isolamento da rede de distribuição com válvula de fechamento



As válvulas mais aplicadas até 2" são do tipo de esfera, diafragma. Acima de 2" são utilizadas as válvulas tipo gaveta.

Ligações entre os tubos

Processam-se de diversas maneiras, rosca, solda, flange, acoplamento rápido, devendo apresentar a mais perfeita vedação. As ligações roscadas são comuns e de fácil montagem e desmontagem. Para evitar vazamentos nas roscas é importante a utilização da fita FKM, devido às imperfeições existentes na confecção das roscas. A união realizada por solda oferece menor possibilidade de vazamento, se comparada à união roscada, apesar de um custo maior.

As uniões soldadas devem estar cercadas de certos cuidados, as escamas de óxido têm que ser retiradas do interior do tubo, o cordão de solda deve ser o mais uniforme possível. De maneira geral, a utilização de conexões roscadas se faz até diâmetros de 3". Para valores acima, normalmente recomendam-se conexões soldadas, que podem ser por topo para tubos, soquete para curvas, flanges e válvulas.

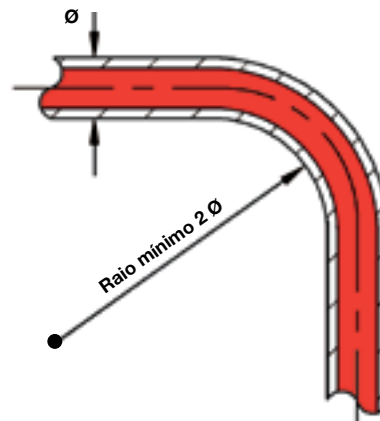
Para instalações que devem apresentar um maior grau de confiabilidade, recomenda-se uso de conexões flangeadas, soldadas ou de tecnologia dedicada. Para instalações provisórias, o ideal é que o acoplamento rápido, também estanque. Na desmontagem não existem perdas de tubo e não há necessidade de fazer cortes para a remoção.

Curvatura

As curvas devem ser feitas no maior raio possível, para evitar perdas excessivas por turbulência. Evitar sempre a colocação de cotovelos 90°.

A curva mínima deve possuir na curvatura interior um raio mínimo de duas vezes o diâmetro externo do tubo.

• Curvatura em uma rede de distribuição



Inclinação

As tubulações devem possuir uma determinada inclinação no sentido do fluxo interior pois, enquanto a temperatura de tubulação for maior que a temperatura de saída do ar, após os secadores, este sairá praticamente seco; se a temperatura da tubulação baixar, haverá, embora raramente, precipitação de água.

A inclinação serve para favorecer o recolhimento desta eventual condensação e das impurezas devido à formação de óxido, levando-as para o ponto mais baixo, onde são eliminadas para a atmosfera, através do dreno.

O valor desta inclinação é de 0,5 a 2% em função do comprimento reto da tubulação onde for executada. Os drenos, colocados nos pontos mais baixos, de preferência, devem ser automáticos.

Se a rede é relativamente extensa, recomenda-se observar a colocação de mais de um dreno, distanciados aproximadamente 20 a 30 m um do outro.

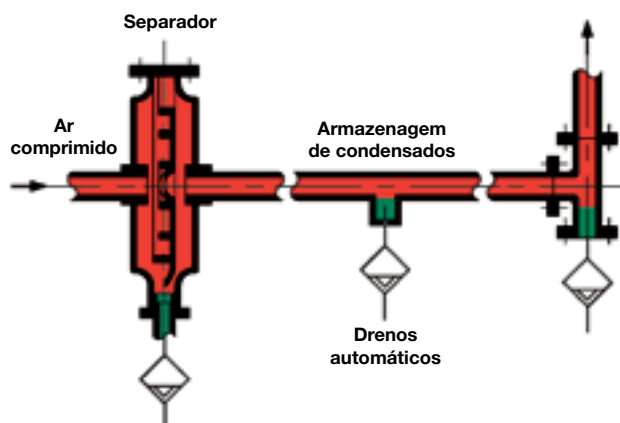
Drenagem de umidade

Com os cuidados vistos anteriormente para eliminação do condensado, resta uma umidade remanescente, a qual deve ser removida ou até mesmo eliminada, em caso de condensação da mesma.

Para que a drenagem eventual seja feita, devem ser instalados drenos (purgadores), que podem ser manuais ou automáticos, com preferência para o último tipo. Os pontos de drenagem devem se situar em todos os locais baixos da tubulação, fim de linha, onde houver elevação de linha, etc.

Nestes pontos, para auxiliar a eficiência da drenagem, podem ser construídos bolsões, que retêm o condensado e o encaminham para o purgador. Estes bolsões, construídos, não devem possuir diâmetros menores que o da tubulação. O ideal é que sejam do mesmo tamanho.

• Prevenção e drenagem para o condensado



Como mencionamos, restará no ar comprimido uma pequena quantidade de vapor de água em suspensão, e os pontos de drenagem comuns não conseguirão provocar sua eliminação.

Com este intuito, podem-se instalar separadores de condensado, cujo princípio de funcionamento é simples: obrigar o fluxo de ar comprimido a fazer mudanças de direção; o ar muda facilmente, porém as gotículas de umidade chocam-se contra os defletores e neles aderem, formando gotas maiores, que escorrem para o dreno.

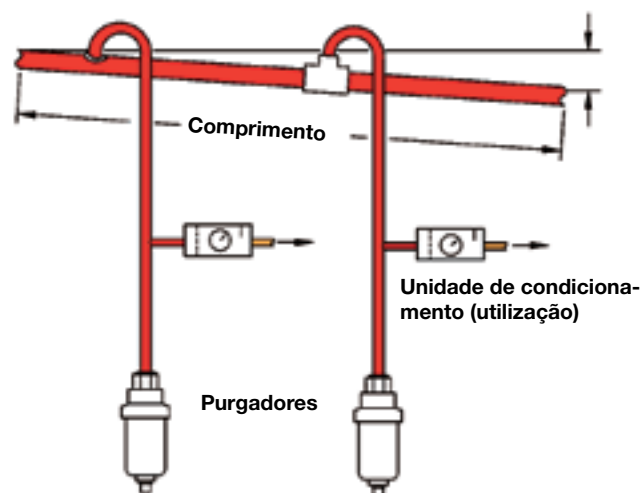
Tomadas de ar

Devem ser sempre feitas pela parte superior da tubulação principal, para evitar os problemas de condensado já expostos.

Recomenda-se ainda que não se realize a utilização direta do ar no ponto terminal do tubo de tomada.

No terminal, deve-se colocar uma pequena válvula de drenagem e a utilização deve ser feita um pouco mais acima, onde o ar, antes de ir para a máquina, passa através da unidade de condicionamento.

• Inclinação 0,5 a 2% do comprimento



Materiais da tubulação principal

Com relação aos materiais da tubulação, dê preferência aos resistentes à oxidação, como aço galvanizado, aço inoxidável, alumínio, cobre e plástico de engenharia.

Sistema de tubulação para distribuição de ar comprimido e vácuo - Linha Parker-Transair

A linha Parker-Transair é um sistema de tubos para distribuição de ar comprimido e vácuo que apresenta alta durabilidade e baixos custos operacionais.

A escolha errada do tipo de tubulação afeta diretamente o fluxo, pressão e qualidade do ar, resultando em perda de desempenho, maior consumo de energia elétrica e aumento dos custos de instalação e manutenção.

A linha Parker-Transair é uma excelente alternativa de distribuição de ar comprimido e gases inertes a uma pressão de até 216 psi/ 16 bar e a uma temperatura entre -20°C e 46°C, além de ser ideal para aplicações de vácuo até 98,7%.



Seleção do material das tubulações

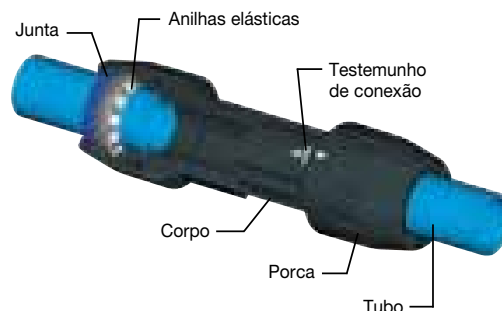
Vantagens e desvantagens dos materiais utilizados nas tubulações de ar comprimido.

Material	Vantagem	Desvantagem
Tubo Preto	<ul style="list-style-type: none">• Custo moderado• Disponível em vários tamanhos	<ul style="list-style-type: none">• Instalação cara• De fácil oxidação e apresenta vazamentos• Perda de carga interna elevada
Ferro Galvanizado	<ul style="list-style-type: none">• Custo moderado• Disponível em vários tamanhos	<ul style="list-style-type: none">• Instalação cara• Oxida nas uniões e apresenta vazamentos• Perda de carga interna elevada• Proteção apenas na parte externa do tubo
Cobre	<ul style="list-style-type: none">• Não oxida e apresenta boa qualidade do ar comprimido• Baixa rugosidade da superfície interior do tubo reduz a perda de carga	<ul style="list-style-type: none">• Deve ser soldado com muita atenção para evitar vazamentos• Não suporta a dilatação térmica
Aço Inox	<ul style="list-style-type: none">• Não sofre oxidação, boa qualidade do ar• Baixa rugosidade da superfície interior do tubo reduz a perda de carga	<ul style="list-style-type: none">• Instalação cara• Material de elevado custo

Vantagens da linha Parker-Transair

- Instalação simples e versátil
- Montagem e desmontagem práticas
- Menor tempo de instalação
- Não requer procedimentos especiais
- Não precisa de solda ou rosca
- Não requer equipamentos especiais
- Pode conectar-se a sistemas existentes
- Não sofre oxidação, não gerando contaminantes e perda de carga no sistema

- A rapidez e a simplicidade de montagem das redes Transair apoiam-se numa tecnologia inovadora : a ligação imediata dos componentes ao tubo em alumínio



Qualidade e fluxo de ar: conexões perfeitas

A tubulação calibrada em alumínio da linha Parker-Transair apresenta baixo coeficiente de atrito, possibilitando um melhor fluxo e eficiência energética. Os conectores, à prova de vazamentos, minimizam as perdas de ar comprimido.

- União tipo pescoço de ganso desenhada para fluxo laminar



O alumínio tipo liga, utilizado nesta solução, não se oxida ou corrói e não acumula contaminantes em sua superfície interna.

- Corte transversal de um tubo Transair de 5 anos de uso



A instalação é muito rápida

- Rápido e fácil de modificar
- Componentes reutilizáveis
- Não necessita de ferramental especial tais como: rosqueadeiras e equipamento de solda



Diâmetros disponíveis

A linha Parker-Transair tem uma completa gama de tamanhos que incluem tubos em seis medidas padrão, que se adaptam praticamente a qualquer necessidade de vazão e podem ser instaladas em qualquer ponto de uso.

- 16,5mm OD (1/2" ID)
- 25mm OD (7/8" ID)
- 40mm OD (1-1/2" ID)
- 63mm OD (2-1/2" ID)
- 77,6mm OD (3" ID)
- 100mm OD (4" ID)

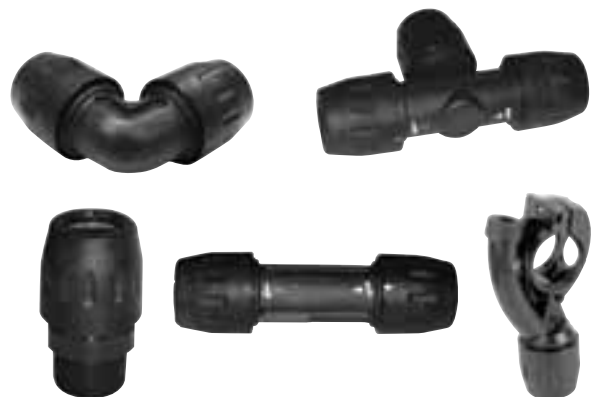
- Ar limpo e ótimo fluxo de ar



Acessórios

A linha Parker-Transair vem com todos os acessórios necessários para realizar perfeitamente a instalação.

- Uniões retas
- Cotovelos e uniões em T
- Uniões em cruz
- Acoplamentos redutores
- Conexões pescoço de ganso
- Válvulas de esfera
- Suportes e fixações de montagem rápida
- Mangueiras flexíveis e expansões
- Jogos de acoplamentos norma ISO 4414/EN983



Dimensionamento

Em função do comprimento e da vazão requeridos, determinar, com a ajuda da tabela seguinte, o diâmetro Transair mais apropriado à rede principal. Valores fornecidos a título indicativo para redes em anel, pressão de serviço de 8 bares e 5% de perda de carga, sem levar em conta a velocidade do ar.

Tabela para cálculo de tubulação exclusiva da linha Parker-Transair.

Vazão			Comprimento										Compressor (Kw)
			164ft	328ft	492ft	984ft	1640ft	2460ft	3280ft	4265ft	5249ft	6561ft	
Nm ³ /h	NI/min	cfm	50m	100m	150m	300m	500m	750m	1000m	1300m	1600m	2000m	
10	167	6	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	25	25	25	1,5 - 7,5
30	500	18	16,5	16,5	16,5	25	25	25	25	25	25	40	
50	833	29	16,5	25	25	25	25	25	40	40	40	40	7,5 - 30
70	1167	41	25	25	25	25	40	40	40	40	40	40	
100	1667	59	25	25	25	40	40	40	40	40	40	63	
150	2500	88	25	40	40	40	40	40	40	63	63	63	
250	4167	147	40	40	40	40	63	63	63	63	63	63	30 - 75
350	5833	206	40	40	40	63	63	63	63	63	63	76	
500	8333	294	40	40	63	63	63	63	63	63	76	76	75 - 315
750	12500	441	40	63	63	63	63	76	76	76	76	100	
1000	16667	589	63	63	63	63	63	76	76	100	100	100	
1250	20833	736	63	63	63	63	63	100	100	100	100	100	
1500	25000	883	63	63	63	76	76	100	100	100	100	100*	> 315
1750	29167	1030	63	63	76	76	76	100	100	100	100	100*	
2000	33333	1177	63	76	76	76	76	100	100	100	100*	100*	
2500	41667	1471	63	76	76	76	100	100*	100*	100*	100*	100*	
3000	50000	1766	76	76	76	100	100	100*	100*	100*	100*	100*	
3500	58333	2060	76	76	100	100	100*	100*	100*	100*	100*	100*	
4000	66667	2354	76	100	100	100	100*	100*	100*	100*	100*	100*	
4500	75000	2649	76	100	100	100*	100*	100*	100*	100*	100*	100*	
5000	83333	2943	76	100	100	100*	100*	100*	100*	100*	100*	100*	
5500	91667	3237	100	100	100	100*	100*	100*	100*	100*	100*	100*	
6000	100000	3531	100	100	100*	100*	100*	100*	100*	100*	100*	100*	

*Perdas de carga >5%

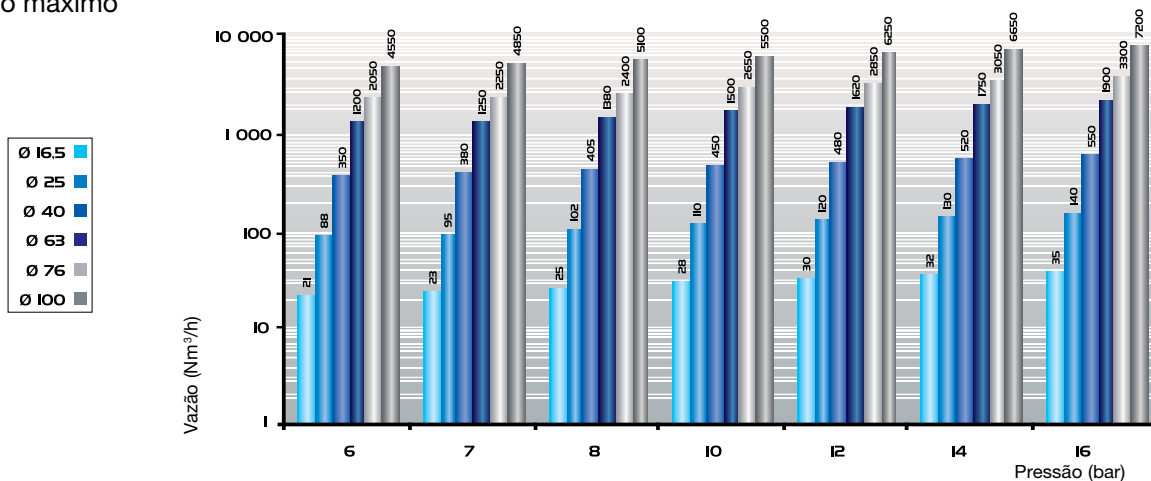
Exemplo

- Comprimento da rede principal (em anel): 300 metros
- Potência do compressor: 30 kW
- Vazão requerida: 250 Nm³/h (147 cfm)
- Pressão de serviço: 8 bares
- O diâmetro Transair mais adequado é o Ø 40 mm.

Vazões e perda de carga

Medidas efectuadas pelo organismo oficial francês CETIM – Centre Technique des Industries Mécaniques. Cálculos considerando uma rede Transair de 30 metros.

Desempenho de vazão dos diâmetros Transair em função da pressão de serviço para uma perda de carga de 0,1 bar, no máximo



Tubulações secundárias

A seleção dos tubos que irão compor a instalação secundária e os materiais de que são confeccionados são fatores importantes, bem como o tipo de acessório ou conexão a ser utilizado. Devem-se ter materiais de alta resistência, durabilidade, etc. O processo de tubulação secundária sofreu uma evolução bastante rápida. O tubo de cobre, até bem pouco tempo, era um dos mais usados.

Atualmente ele é utilizado em instalações mais específicas, montagens rígidas e locais em que a temperatura e a pressão são elevadas. Hoje são utilizados tubos sintéticos, os quais proporcionam boa resistência mecânica, apresentando uma elevada força de ruptura e grande flexibilidade. São usados tubos de polietileno, poliuretano e tubos nylon.

- Mangueiras de baixa pressão, construída de borracha com reforço têxtil. Pressão de trabalho até 400 psi (28 bar).
- Tubos Termoplásticos, construídos de polietileno, nylon e poliuretano. Pressão de trabalho até 240 psi (17 bar).



Conexões para tubulações secundárias

A escolha das conexões que serão utilizadas num circuito é muito importante. Devem oferecer recursos de montagem para redução de tempo, ter dimensões compactas e não apresentar quedas de pressão, ou seja, possuir máxima área de passagem para o fluido. Devem também ter vedação perfeita, compatibilidade com diferentes fluidos industriais, durabilidade e permitir rápida remoção dos tubos em casos de manutenção, sem danificá-los. As conexões para tubulações secundárias podem ser múltiplas, espigões, conexão com anel apressor ou olivas etc. Dependendo do tipo de conexão utilizada, o tempo de montagem é bem elevado, devido às diversas operações que uma única conexão apresenta: ser roscada no corpo do equipamento, roscar a luva de fixação do tubo, ou antes, posicionar corretamente as olivas.

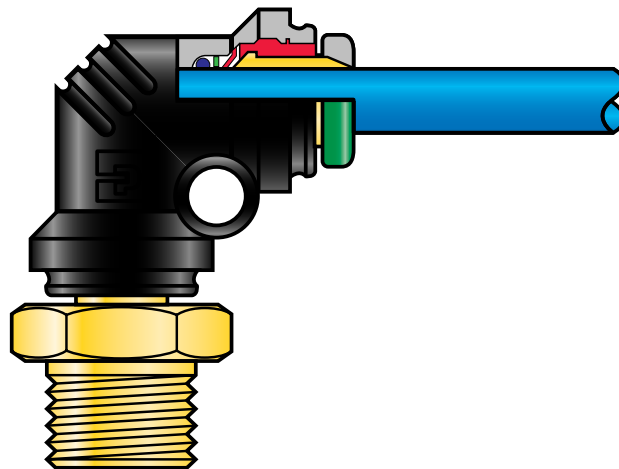
Tecnologia pneumática industrial Produção, preparação e distribuição

Deve haver um espaço razoável entre as conexões, para permitir sua rotação. Em alguns casos, isso não é possível. Estes meios de ligação, além de demorados, danificam o tubo, esmagando, dilatando ou cortando. Sua remoção é difícil, sendo necessário, muitas vezes, cortar o tubo, trocar as olivas e as luvas de fixação do tubo; isso quando a conexão não é totalmente perdida.

Uma nova concepção em conexões, para atender a todas as necessidades de instalação de circuitos pneumáticos, controle e instrumentação e outros, são as conexões instantâneas, semelhantes a um engate rápido.

Conexões compactas de peça única para uso com tubos termoplásticos. Projetadas para circuitos pneumáticos de baixa pressão (até 10 bar), onde é importante a montagem, desmontagem e remontagem rápida, sem uso de ferramentas.

• Conexões instantâneas



Pistolas de Ar

Pistola de Ar Parker-Legris

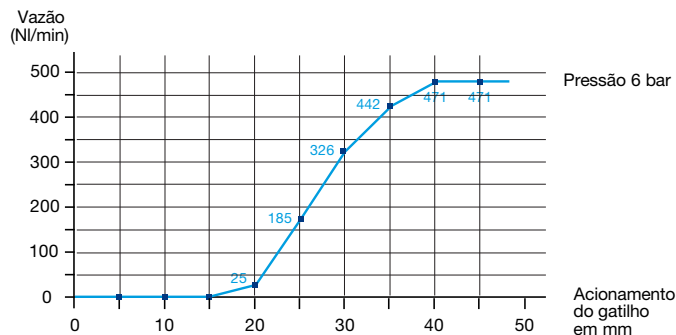
- As pistolas de ar Parker (Legris) são leves e resistentes, oferecendo uma atuação progressiva, potente e silenciosa.
- A gama de bicos intercambiáveis permite o seu uso em aplicações variadas:
- Sopros: arrefecimento de máquinas, secagem de peças, ventilação, despoejamento
- Ejeção: de vapores, poeiras, peças, apara, resíduos, etc.
- Deslocação: de pequenos componentes, vapores, refugos, granulados, etc.
- Arrefecimento: de peças moldadas e outros.

Características técnicas

Conexão	1/4 G
Pressão de trabalho	Até 10 bar
Temperatura	-20° a + 80°C
Materiais	Corpo e gatilho de poliacetato, bico de latão ou alumínio e vedação de nitrilo
Fluido	Ar comprimido



Vazão progressiva



Ação progressiva

A grande sensibilidade do gatilho e o seu curso alargado, permite uma regulação suave e progressiva, assegurando uma adaptação precisa da vazão ao trabalho realizado (pequenas peças, por exemplo).

Segurança

Pistolas de ar com segurança dinâmica

A tecnologia utilizada garante o respeito das normas internacionais e das recomendações para higiene e segurança no trabalho.

- Um regulador de pressão integrado e inviolável proporciona ao utilizador segurança total.
- Princípio de funcionamento:
Na proximidade imediata de um obstáculo a pressão de saída desce muito rapidamente, mantendo-se em 0,5 bar no contato direto com a obstrução.
De maneira inversa, desde que o bico se afaste do obstáculo a pressão sobe automaticamente.

Pistola de Ar Parker

Construída em policarbonato, possui bico com controle de pressão que proporciona segurança ao trabalhador.

Atende aos requerimentos da OSHA (seção 29 CFR 1910.242 parágrafo B).

Características técnicas

Rosca	1/4" fêmea NPTF
Faixa de pressão	100 psi / 6.9 bar
Faixa de temperatura	-0°C a +52°C
Pressão máxima controlada no bico	30 psi / 2.1 bar
Acionamento	Alavanca



Advertência

É recomendado o uso de equipamento de proteção individual durante operações de limpeza com pistola de ar.

Vazamentos de ar

As quantidades de ar perdidas através de pequenos furos, acoplamentos com folgas, vedações defeituosas, etc., quando somadas, alcançam elevados valores.

A importância econômica desta contínua perda de ar torna-se mais evidente quando comparada com o consumo de um equipamento e a potência necessária para realizar a compressão.

Vazamento e perda de potência em furos

Tamanho real	Diâmetro do furo		Escape do ar em			Potência necessária para compressão	
			588,36 kPa	6 bar	85 psi		
	mm	pol	m³/s	l/s	c.f.m	Cv	kW
•	1	3/64	0,001	1	2	0,4	0,3
●	3	1/8	0,01	10	21	4,2	3,1
●	5	3/16	0,027	27	57	11,2	8,3
●	10	3/8	0,105	105	220	44	33

Desta forma, um vazamento na rede representa um consumo consideravelmente maior de energia, que pode ser verificado através da tabela.

É impossível eliminar por completo todos os vazamentos, porém estes devem ser reduzidos ao máximo com uma manutenção preventiva do sistema, de 3 a 5 vezes por ano, sendo verificados, por exemplo: substituição de juntas de vedação defeituosa, engates, mangueiras, tubos, válvulas, aperto das conexões, restauração das vedações nas uniões roscadas, eliminação dos ramais de distribuição fora de uso e outras que podem aparecer, dependendo da rede construída.

Exemplo de custo do vazamento

Dados:

- Para um compressor gerar 1l/s a pressão de 6 bar consome da rede elétrica 0,314 kwh.
- Preço kwh = R\$ 0,39 (residencial)

Portanto:

Um furo de 1 mm em uma rede com pressão de 6 bar trabalhando 24 horas/dia.

- Um furo 1 mm vaza 1 l/s
- 1 l/s necessita de 0,314 kwh de potência

Apenas um furo de 1mm, em um ano de trabalho teremos:
 $0,314 \times 0,39 \times 24 \times 365 = \text{R\$ } 1.072,75$

Uma rede de ar com 10 furos de 1mm, em um ano de trabalho teremos: **$3,14 \times 0,39 \times 24 \times 365 = \text{R\$ } 10.727,50$**

Unidade de condicionamento (Lubrefil)



Filtro de ar comprimido

Regulador de pressão

Lubrificador



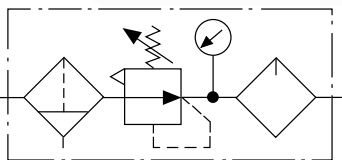
Unidade de condicionamento (Lubrefil)

Após passar por todo o processo de produção, tratamento e distribuição, o ar comprimido deve sofrer um último condicionamento, antes de ser colocado para trabalhar, a fim de produzir melhores desempenhos.

Neste caso, o beneficiamento do ar comprimido consiste no seguinte: filtragem, regulagem da pressão e introdução de uma certa quantidade de óleo para a lubrificação de todas as partes mecânicas dos componentes pneumáticos. A utilização desta unidade de serviço é indispensável em qualquer tipo de sistema pneumático, do mais simples ao mais complexo. Ao mesmo tempo em que permite aos componentes trabalharem em condições favoráveis, prolonga a sua vida útil.

Uma duração prolongada e funcionamento regular de qualquer componente em um circuito dependem, antes de mais nada, do grau de filtragem, da isenção de umidade, da estabilidade da pressão de alimentação do equipamento e da lubrificação das partes móveis. Isso tudo é literalmente superado quando se aplicam nas instalações dos dispositivos, máquinas, etc., os componentes de tratamento preliminar do ar comprimido após a tomada de ar: filtro, válvula reguladora de pressão (regulador) e lubrificador, que reunidos formam a Unidade de Condicionamento ou Lubrefil.

• Unidade de condicionamento ou Lubrefil



Simbologia

Filtragem de ar

Os sistemas pneumáticos são sistemas abertos: o ar, após ser utilizado, é exaurido para a atmosfera, enquanto que a alimentação aspira ar livre constantemente. Este ar, por sua vez, está sujeito à contaminação, umidade e às impurezas procedentes da rede de distribuição.

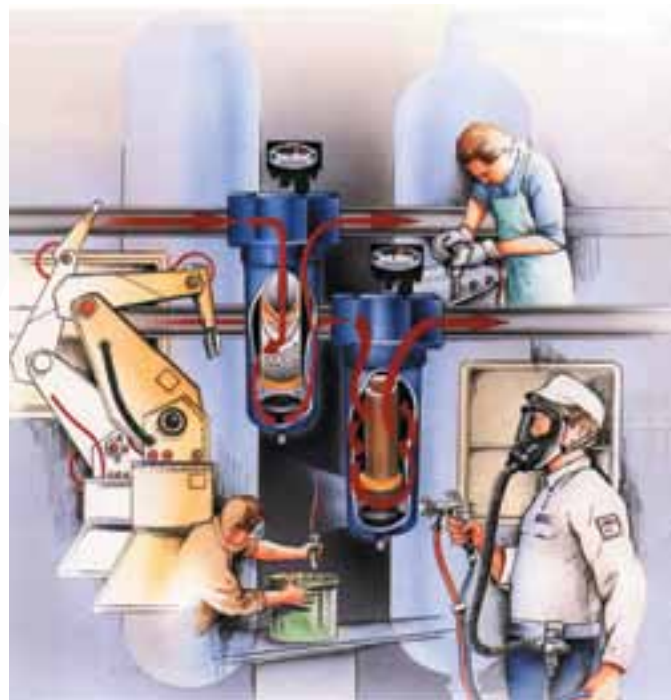
A maioria destas impurezas é retida, como já observamos nos processos de preparação, mas partículas pequenas ficam suspensas e são arrastadas pelo fluxo de ar comprimido, agindo como abrasivos nas partes móveis dos elementos pneumáticos quando solicitada a sua utilização.

A filtragem do ar consiste na aplicação de dispositivos capazes de reter as impurezas suspensas no fluxo de ar, e em suprimir ainda mais a umidade presente. É, portanto, necessário eliminar estes dois problemas ao mesmo tempo.

O equipamento normalmente utilizado para este fim é o filtro de ar, que atua de duas formas distintas:

- Pela ação da força centrífuga.
- Pela passagem do ar através de um elemento filtrante, de nylon sinterizado ou malha de nylon.

Filtro de ar comprimido



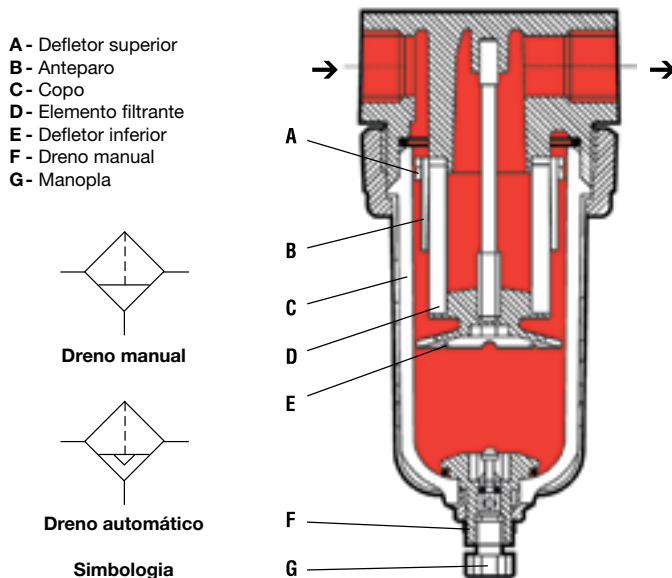
Descrição

Alta eficiência na remoção de umidade. Devido ao sistema de defletores, a água e as partículas sólidas contidas no ar comprimido são totalmente separadas. A grande superfície do elemento filtrante garante baixa queda de pressão e aumento de sua vida útil.

Operação

O ar comprimido entra pelo orifício no corpo do filtro e flui através do defletor superior (A) causando uma ação de turbilhonamento no ar comprimido. A umidade e as partículas sólidas contidas no ar são jogadas contra a parede do copo (C) devido a uma ação centrífuga do ar comprimido turbilhonado pelo defletor. Tanto a umidade quanto as partículas sólidas escorrem pela parede do copo devido a força da gravidade. O anteparo (B) assegura que a ação de turbilhonamento ocorra sem que o ar passe diretamente através do elemento filtrante. O defletor inferior (E) separa a umidade e as partículas sólidas depositadas no fundo do copo, evitando assim a reentrada das mesmas no sistema de ar comprimido. Depois que a umidade e as maiores partículas sólidas foram removidas pelo processo de turbilhonamento, o ar comprimido flui através do elemento filtrante (D) onde as menores partículas são retidas. O ar então retorna para o sistema, deixando a umidade e as partículas sólidas contidas no fundo do copo, que deve ser drenado antes que o nível atinja a altura onde possam retornar para o fluxo de ar. Esta drenagem pode ser executada por um dreno manual (F), o qual é acionado por uma manopla (G) girando no sentido anti-horário, ou por um dreno automático, que libera o líquido assim que ele atinja um nível pré-determinado.

Secção de um filtro de ar comprimido



Características técnicas

Conexão	1/4", 3/8", 1/2" e 3/4" NPT ou G
Vazão (l/min)	Vide informações adicionais
Faixa de temperatura	0 a +52°C (copo de policarbonato) 0 a +80°C (copo metálico)
Faixa de pressão	0 a 10 bar (copo de policarbonato) 0 a 17 bar (copo metálico) 0 a 17 bar (dreno manual) 2 a 12 bar (dreno automático) *
Capacidade do copo	0,12 l (série 06) 0,19 l (série 07)
Granulação do elemento filtrante	5 ou 40 micra
Peso	0,7 kg (série 06) 1,2 kg (série 07)

Materiais

Corpo	Zamac
Copo	Policarbonato transparente Zamac (copo metálico)
Protetor do copo	Aço
Anel de fixação do copo	Plástico (policarbonato série 06/07 e metálico série 06) Alumínio (copo metálico série 07)
Elemento Filtrante	Plástico
Vedações	NBR
Visor do copo metálico	Poliamida

* 17 bar com uso da válvula de bloqueio com partida suave.

Informações adicionais

Vazão (pressão primária 7 bar e saída livre para a atmosfera)

Conexão	SCFM		l/min		Cv	
	06	07	06	07	06	07
1/4"	100	ND	2.832	ND	1,78	ND
3/8"	195	220	5.522	6.230	3,48	3,93
1/2"	250	300	7.079	8.495	4,46	5,36
3/4"	ND	445	ND	12.600	ND	7,95

Drenos dos filtros

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

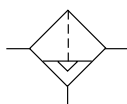
Dreno manual

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

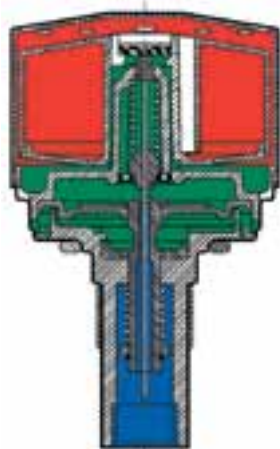
Dreno automático

Utilizado para eliminar o condensado retido no interior do copo do filtro, sem necessidade de interferência humana. O volume de água condensada, à medida que é removido pelo filtro, acumula-se na zona neutra do interior do copo, até provocar a elevação de uma bóia. Quando a bóia é deslocada, permite a passagem de ar comprimido através de um pequeno orifício. O ar que flui pressuriza uma câmara onde existe uma membrana; a pressão exercida na superfície da membrana cria uma força que provoca o deslocamento de um elemento obturador, que bloqueava o furo de comunicação com o ambiente. Sendo liberada esta comunicação, a água condensada no interior do copo é expulsa pela pressão do ar comprimido.

Com a saída da água, a bóia volta para sua posição inicial, vedando o orifício que havia liberado, impedindo a continuidade de pressurização da câmara onde está a membrana. O ar que forçou o deslocamento da membrana por meio de um elemento poroso flui para a atmosfera, permitindo que uma mola recoloca o obturador na sede, impedindo a fuga do ar, reiniciando o acúmulo de condensado. Ideal para utilização em locais de difícil acesso, onde o condensado reúne-se com facilidade, etc.



Simbologia



Advertência - copos de policarbonato

Copos de policarbonato transparente são de altíssima resistência mecânica e ideais para aplicação em filtros e lubrificadores.

São apropriados para uso em ambientes industriais, mas não devem ser instalados em locais onde possam estar em contato direto com raios solares, sujeitos a impactos e temperaturas fora dos limites especificados.

Alguns produtos químicos podem causar danos aos copos de policarbonato, os quais não devem entrar em contato com hidrocarbonetos aromáticos e halogenados, álcoois, compostos orgânicos clorados, produtos de caráter básico orgânicos e inorgânicos, aminas e cetonas (vide tabela de elementos não compatíveis).

O filtro e o lubrificador não devem ser instalados em locais onde o copo possa estar exposto à ação direta de óleos de corte industrial, pois alguns aditivos usados nesses óleos podem agredir o policarbonato.

Os copos metálicos são recomendados onde o ambiente e/ou as condições de trabalho não são compatíveis com os copos de policarbonato. Os copos metálicos são resistentes à ação de grande parte dos solventes, mas não podem ser utilizados onde há presença de ácidos ou bases fortes, ou em atmosferas salinas carregadas.

Os protetores metálicos para copos de policarbonato são recomendados para melhorar a segurança, se ocasionalmente ocorrer uma agressão química.

O filtro deve ser instalado verticalmente com o copo na posição inferior. **Deve-se drenar constantemente o condensado para que o mesmo não atinja a base do elemento filtrante/coalescente.**

Importante

Ao notar qualquer alteração no copo de policarbonato, tais como microtrincas ou trincas, substitua-o imediatamente e verifique se há algum agente não compatível em contato com o mesmo.

Lembramos que a maioria dos solventes e alguns tipos de óleo atacam o policarbonato.

Limpeza

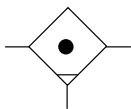
Para limpar os copos de policarbonato usar somente água e sabão neutro. Não use agentes de limpeza, tais como: acetona, benzeno, gasolina, tolueno, etc, pois os mesmos agiriam quimicamente o plástico (ver tabela abaixo).

Elementos não compatíveis com o policarbonato

Acético azônio	Cloroetileno
Acetona	Clorofórmio
Ácido acético	Cresol
Ácido etílico	Diamina
Ácido fórmico	Éter etílico
Ácido hidrolórico	Fenol
Ácido isopropílico	Freon
Ácido metílico	Gasolina
Ácido nítrico	Hidróxido de amônia
Ácido sulfúrico	Hidróxido de sódio
Aldeído	Metiletilcetona
Amônia	Óleo para freio hidráulico
Anidrido	Percloroetileno
Anilina	Terpentina
Benzeno	Tetracloroeto de carbono
Carbonato de amônia	Thinner
Ciclo hexanol	Tolueno
Clorobenzeno	Xileno

Obs.: Esta tabela é parcial, sendo apenas orientativa.

Filtros coalescentes



Simbologia



Ar comprimido

Ar comprimido limpo é essencial em indústrias de processamento de alimentos, eletrônica, equipamentos hospitalares e odontológicos, indústria fotográfica, fábricas de plásticos e na instrumentação.

Ar limpo nessas e em outras aplicações significa mais do que apenas ar isento de contaminação por partículas sólidas. O ar utilizado nessas indústrias deve também estar isento de aerossóis de água e de óleo contaminantes, que fogem do raio de ação dos sistemas de filtragem convencionais.

Água, óleo e partículas sólidas são fontes de contaminação

Os contaminantes que causam maiores problemas em circuitos de ar comprimido são: água, óleo e partículas sólidas. O vapor de água está presente em todo ar comprimido e se torna mais concentrado devido o processo de compressão. Um compressor de 25 HP que produz 170 Nm³/h (100 SCFM) a uma pressão de 7 bar (102 psig) pode produzir 68 litros (18 galões) de água por dia. Partículas de água em suspensão no ar comprimido variam de 0,05 a 10 µm.

Embora sistemas de secagem de ar possam ser usados eficientemente para a remoção de água do ar comprimido, tais sistemas não removem o contaminante líquido do ar: o óleo. O óleo, que está presente em circuitos de ar comprimido, é introduzido em grande escala no fluxo de ar através do compressor. A quantidade de óleo introduzida desta forma varia com o tipo de compressor utilizado.

As estimativas de teor de hidrocarbonetos encontrados na saída de ar de compressores típicos são em partes por milhão (ppm):

Compressor de parafuso	25 a 75 ppm a 93°C (200°F)
Compressor de pistão	5 a 50 ppm a 177°C (350°F)
Compressor centrífugo	5 a 15 ppm a 145°C (300°F)

A uma concentração de 25 ppm, um compressor fornecendo 170 Nm³/h (100 SCFM) durante 35 horas introduzirá 224 gramas de óleo no circuito pneumático.

Mesmo utilizando-se um compressor de funcionamento a seco (sem óleo), a contaminação por óleo encontrada no fluxo de ar continua sendo um problema porque o ar ambiente pode conter de 20-30 ppm de hidrocarbonetos em suspensão originários de fontes industriais e da queima de combustíveis. Compressores a seco podem expelir aproximadamente 100 ppm de hidrocarbonetos durante o ciclo de compressão. Esta quantidade é suficiente para contaminar os componentes da linha de ar e impregnar equipamentos de secagem. A maioria das partículas de óleo em suspensão, geradas por todos os tipos de compressores, é igual ou inferior a 2 µm.

O terceiro maior contaminante encontrado no ar comprimido são as partículas sólidas, incluindo ferrugem e fragmentos da tubulação. Partículas sólidas combinadas com partículas de água e óleo em suspensão podem obstruir e reduzir a vida de componentes de circuitos pneumáticos, bem como sistemas de filtração. A maioria das partículas de ferrugem e fragmentos encontrados em circuitos de ar comprimido apresenta tamanhos variando de 0,5 a 5 μm .

Os filtros coalescentes atendem as necessidades de ar comprimido limpo

Filtros convencionais de filtração nominal de 5 micra não conseguem remover partículas contaminantes submicrônicas para atender a aplicações especiais. O limite mínimo de remoção desses filtros de uso convencional é geralmente maior do que 2 μm . Oitenta por cento de contaminantes em suspensão são inferiores a 2 μm em tamanho. Contudo, os filtros coalescentes são especialmente projetados para remover partículas submicrônicas sólidas, de óleo e água do ar comprimido. Os filtros coalescentes de porosidade padrão grau 6 são capazes de remover acima de 99,9% de todas as partículas em suspensão na faixa de 0,3 a 0,6 μm . Além disso, esses filtros apresentam uma eficiência de 99,98% na remoção de partículas suspensas e na eliminação de partículas sólidas maiores que 0,3 μm . Desta forma, um nível de contaminação de 20 ppm de óleo é reduzido para uma concentração de 0,004 ppm (nível aceitável para praticamente todas as aplicações pneumáticas).

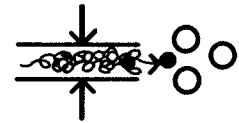
Desempenho dos filtros coalescentes

A separação de contaminantes sólidos e aerossóis em suspensão no ar é efetuada principalmente pela ação da gravidade. As partículas contaminantes de tamanho maior que 10 μm tendem a sair mais rapidamente quando o ar está em movimento. A maioria dos filtros coalescentes foi projetada para provocar a união de aerossóis extremamente pequenos em suspensão em gotículas maiores. Assim, essas gotículas estarão suscetíveis à ação da gravidade. Este processo de união é denominado "coalescência". O processo de coalescência pode ser comparado às condições atmosféricas em atividade durante a formação de chuva - pequenas moléculas de vapor de água presentes no ar turbulento e carregado de umidade se condensam, formando aerossóis em suspensão que, por colisão, começam a formar gotículas de massas maiores, até que tenham adquirido peso suficiente para reagir à ação da gravidade e cair para a Terra em forma de chuva. Os filtros coalescentes eliminam a contaminação

submicrônica através de três processos de ação simultânea, dependendo do tamanho do aerossol em suspensão:

Difusão: partículas e aerossóis de 0,001 a 0,2 μm

Partículas sólidas e aerossóis em suspensão, na faixa de tamanho de 0,001 a 0,2 μm , estão sujeitas ao movimento browniano rápido e aleatório, movimentam-se totalmente independente da massa de ar, da mesma forma que moléculas gasosas movimentam-se em um fluxo de ar. Este movimento provoca a migração dessas partículas para fora do fluxo de ar e colidem com superfícies filtrantes expostas. Os contaminantes sólidos aderem permanentemente a essas superfícies devido às forças intermoleculares (leis de Van der Waals). As gotículas líquidas, no entanto, migram pela ação da gravidade através das fibras até unirem-se com outras gotículas e formarem massas líquidas maiores que podem ser drenadas do sistema. A taxa de atividade da difusão aumenta com a elevação da temperatura e pressão.



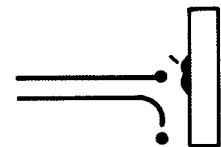
Interceptação: partículas e aerossóis de 0,2 a 2 μm

Para contaminantes de tamanhos entre 0,2 e 2 μm , a interceptação é o mecanismo coalescente predominante. Esses contaminantes se harmonizam com o curso do fluxo de ar e se tornam mais difíceis de serem removidos, pois são capazes de contornar as fibras e escapar do filtro. De modo geral, a eficiência do mecanismo aumenta à medida que o tamanho dos poros (ou a densidade da fibra) diminui. As fibras com um diâmetro médio de 0,5 μm são utilizadas para otimizar o desempenho dos filtros nesta faixa de contaminante. Quando partículas e aerossóis em suspensão aproximam-se de uma fibra medindo metade de seus diâmetros, suas forças inerciais são superadas e as partículas capturadas.



Impacto direto: partículas e aerossóis acima de 2 μm

Contaminantes de tamanho igual ou superior a 2 μm são removidos pelo método de impacto direto, pois apresentam massa e movimento inercial suficientes para sair do curso do fluxo de ar. Esses contaminantes colidem com o meio filtrante e completam o processo denominado inercial ou de impacto direto.



Projeto e eficiência dos filtros coalescentes

Os filtros coalescentes de remoção de partículas em suspensão são compostos de um conjunto de obstáculos projetados para maximizar o efeito dos três processos de coalescência. Ao contrário dos filtros convencionais de linha, os filtros coalescentes direcionam o fluxo de ar de **dentro para fora**. Os contaminantes são capturados na malha do filtro e reunidos em gotículas maiores através de colisões com as microfibras de borossilicato. Por fim, essas gotículas passam para o lado externo do tubo do elemento filtrante, onde são agrupadas e drenadas pela ação da gravidade. Os filtros coalescentes modernos utilizam meios filtrantes de porosidade graduada, com fibras de borossilicato mais densas no interior e fibras menos densas na superfície externa. Variando a distribuição da densidade das fibras no processo de fabricação dos filtros, torna-se possível atender a aplicações específicas. Os elementos filtrantes coalescentes típicos apresentam uma porosidade de 8 a 10 µm na superfície interna, com uma redução para poros de 0,5 µm no interior do elemento, e aumentando para poros de 40 a 80 µm na superfície externa. A tabela de poro mostra um poro típico de um filtro coalescente em corte transversal. A superfície interna do elemento age como um pré-filtro, removendo partículas contaminantes maiores, ao passo que os poros internos são suficientemente pequenos para remover partículas submicrônicas sólidas e gasosas em suspensão encontradas no fluxo de ar. A densidade reduzida da superfície externa promove a aglutinação das partículas em suspensão, através da união das gotículas, transformando-as em gotículas maiores, portanto suscetíveis às forças gravitacionais. Os poros externos maiores também permitem a passagem livre do fluxo de ar, minimizando a queda de pressão. Uma camada de drenagem conduz o contaminante da superfície externa do elemento filtrante para um reservatório localizado no fundo da carcaça, de onde é drenado periodicamente. Os poros externos maiores do elemento reduzem a turbulência do ar e evitam a reentrada do contaminante no fluxo de ar. Outro fator importante do projeto dos filtros coalescentes é a relação entre o diâmetro externo do elemento filtrante e o diâmetro interno da carcaça. O espaço entre essas duas superfícies deve ser dimensionado de forma que a velocidade do ar seja minimizada, reduzindo o arrasto de partículas em suspensão de água ou óleo.

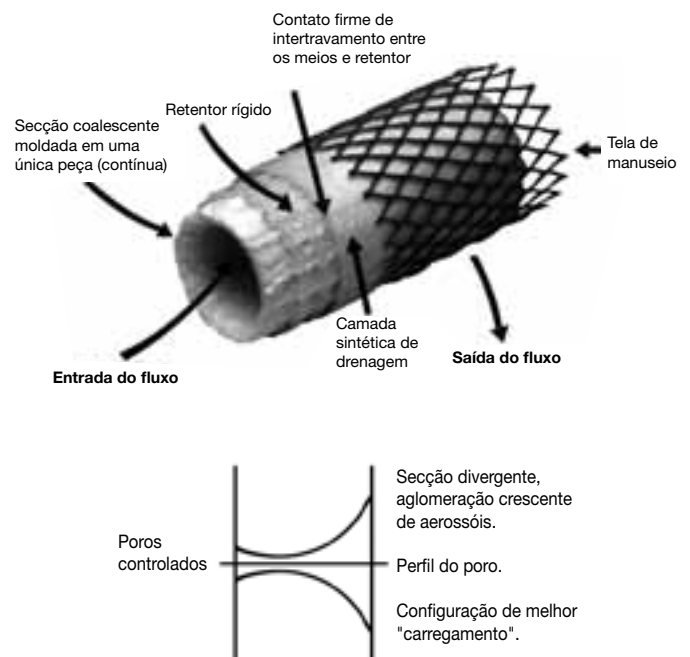
Poros típico de um filtro coalescente

Curva estatística de tamanho de poros		<ul style="list-style-type: none"> • Fibras de borossilicato grossas • Invólucro de proteção de nylon • Rede de manuseio
Entrada do poro (tamanho aproximado de 8 - 10 µm)		
Saída do poro (tamanho aproximado de 40 - 80 µm)		

Eficiência do filtro

A eficiência do filtro é medida pelo percentual de contaminantes de um tamanho de partículas específico capturado pelo filtro. A eficiência do filtro é importante, pois afeta não somente o desempenho de retenção de contaminante mas também a vida útil do filtro (maior eficiência requer maior capacidade de retenção de contaminantes). Os valores nominais de eficiência de remoção de contaminantes variam de 90% a mais de 99,99%, oferecendo uma gama de capacidades apropriadas para as diversas necessidades, já que os meios filtrantes mais eficientes apresentam menor vida útil, em alguns casos torna-se mais conveniente sacrificar um pouco da eficiência em favor da economia. Em aplicações onde a alta eficiência e a vida útil longa são fundamentais, usa-se um pré-filtro para remover a maior quantidade de partículas sólidas, antes que essas atinjam o filtro coalescente. Este procedimento pode aumentar em até seis vezes a vida útil do filtro coalescente. Para um maior desempenho, selecione um pré-filtro com valor nominal absoluto de 3 µm.

Construção do elemento



Aplicações do meio filtrante

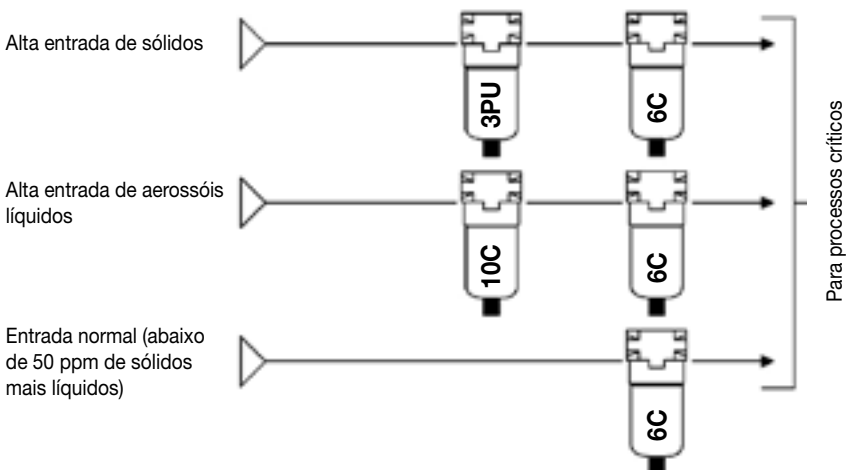
Grau	Uso	Aplicação
4C	Geral	Coalescedor de altíssima eficiência, admite pressões médias de 150 a 500 psig e filtra aerossóis mais leves.
	Específico	Proteção de sistemas fluidicos e sistemas críticos de modulação, tais como os controladores de vazão e temperatura.
6C	Geral	Aplicações gerais de coalescência de ar, quando for necessária a remoção total dos aerossóis líquidos e finos em suspensão, na faixa de pressões de 60 a 150 psig.
	Específico	Proteção de manômetros, circuitos de controle de ar, sistemas de modulação, transporte pneumático crítico, maioria dos sistemas de ar para consumo humano, etc.
8C	Geral	Boa eficiência de coalescência do ar em combinação com altas vazões e longa vida útil do elemento.
	Específico	Proteção de componentes de circuitos não críticos, como válvulas, cilindros, etc.
10C	Geral	Pré-coalescedor ou pré-filtro para o grau 6, na remoção primária de aerossóis de difícil drenagem.
	Específico	Equipamento para a melhoria da coalescência de partículas, sem aumento da perda de carga.
3PU	Geral	Interceptação de partículas sólidas quando for necessária uma altíssima capacidade de retenção de sujeira e uma estrutura de poros relativamente fina.
	Específico	Usado como um "pós-filtro" a jusante do secador do tipo "dessecador". Uso geral em ar de instrumento, filtrações finais e pré-filtração de coalescência com poros correspondentes.
AU	Geral	Eliminação final dos últimos traços de hidrocarbonetos da corrente gasosa, geralmente 0,5 a 2 ppm.
	Específico	Preparação do ar para o consumo humano. Remoção de vapores de hidrocarbonetos de sistemas de alta temperatura.

▷ **C:** Coalescedor padrão de microfibras de borossilicato.

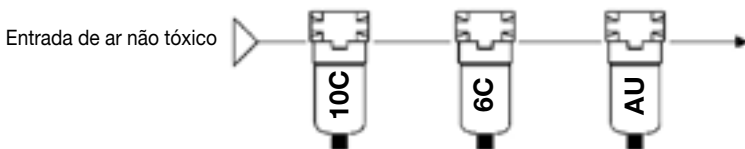
▷ **PU:** Elemento de celulose plissada.

▷ **AU:** Elemento de carvão ativado.

Recomendações para proteção efetiva de equipamentos



Ar para respiração humana

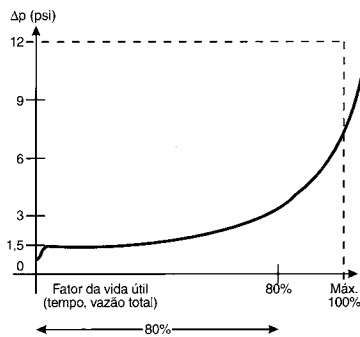


▷ Localizar o filtro o mais próximo possível do processo. A tubulação pode apresentar contaminação e a umidade pode precipitar.

Especificações dos graus de filtragem

Grau	Eficiência de remoção de partículas 0,3 a 0,6 µm	Partícula aerossol máxima encontrada	Partícula sólida máxima encontrada	Perda de carga em psi na vazão nominal		Cor
				Elemento seco	Elemento úmido	
4	99,995%	0,6 µm	0,2 µm	1-1,5	3,5 - 5	Amarelo
6	99,97%	0,75 µm	0,3 µm	1-1,5	2 - 2,5	Branco
8	98,5%	1 µm	0,4 µm	1-1,5	1- 1,5	Azul
10	95%	2 µm	0,7 µm	0,5	0,5 - 0,8	Laranja
3P	98,5%	-	3 µm	0,5	-	-

Curva de saturação do elemento coalescente



A queda de pressão é um sinal da necessidade de substituir o filtro.

Elemento filtrante	Inicial (psi)	Troca (psi)
6C - coalescedor	1 - 1,5 (seco) 2 - 2,5 (úmido)	8 - 10
AU - adsorvedor (carvão ativado)	1 - 1,5	Qualquer aumento
3PU - interceptor (celulose plissada)	0,5	12

A curva de saturação do elemento coalescente padrão, de porosidade graduada, mostra a relação clássica entre a queda de pressão e a vida. A sujeira é acumulada no elemento do filtro de maneira bem constante durante os primeiros 75% da vida de um filtro; assim, a queda de pressão permanece relativamente constante durante esse período.

No final da vida de um filtro, a queda de pressão aumenta drasticamente e a reincorporação do óleo começa a ocorrer. De modo geral, um filtro deve ser substituído quando a queda de pressão chega de 8 a 10 psig.

Por que a contaminação submicrônica é um problema?

Uma micra, identificada pelo símbolo "µm", é também denominada de micrômetro (igual a um milionésimo de metro ou 0,000039 polegadas, em tamanho). Um simples fio de cabelo humano mede aproximadamente 80 micra de diâmetro; um grão de sal de cozinha mede aproximadamente 100 micra.

O menor nível de visibilidade ao olho humano é de 40 micra. Os contaminantes presentes em circuitos de ar comprimido são suficientes para obstruir orifícios de equipamentos pneumáticos sensíveis. Os contaminantes também desgastam vedações, provocam erosão em componentes do circuito e, portanto, reduzem a eficiência de ferramentas pneumáticas e danificam produtos acabados.

O resultado final traz como consequência produtos rejeitados, desperdício de tempo de produção e aumento de custos de manutenção. Por exemplo, quantidades mínimas de partículas de óleo podem causar sérias marcas tipo "olho-de-peixe" em operações de acabamento de pinturas.

As normas da O.S.H.A. (Órgão de Segurança e Saúde do Ministério do Trabalho Americano) estabelecem que o ar não pode conter acima de 5 miligramas de partículas de óleo por metro cúbico de ar industrial ou 28 gramas de óleo por 200.000 pés cúbicos. Essa é mais uma razão pela qual o ar comprimido é uma preocupação em aplicações industriais.

A contaminação do ar é particularmente problemática em aplicações de precisão, onde o nível de limpeza do ambiente de trabalho e o grau de pureza do produto são críticos. Em circuitos de mínima tolerância, onde encontramos orifícios e folgas entre peças extremamente reduzidos, é vital que o circuito pneumático seja isento de qualquer partícula líquida em suspensão, bem como de partículas sólidas.

Regulagem de pressão

Normalmente, um sistema de produção de ar comprimido atende a demanda de ar para vários equipamentos pneumáticos. Em todos estes equipamentos está atuando a mesma pressão. Isso nem sempre é possível, pois, se estivermos atuando um elemento pneumático com pressão maior do que realmente necessita, estaremos consumindo mais energia que a necessária. Por outro lado, um grande número de equipamentos operando simultaneamente em um determinado intervalo de tempo faz com que a pressão caia, devido ao pico de consumo ocorrido.

Estes inconvenientes são evitados usando-se a válvula reguladora de pressão, ou simplesmente o regulador de pressão, que tem por função:

- Compensar automaticamente o volume de ar requerido pelos equipamentos pneumáticos.
- Manter constante a pressão de trabalho (pressão secundária), independente das flutuações da pressão na entrada (pressão primária) quando acima do valor regulado. A pressão primária deve ser sempre superior à pressão secundária, independente dos picos.
- Funcionar como válvula de segurança.

Regulador de pressão

Descrição

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

Suas principais características são:

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

Operação

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

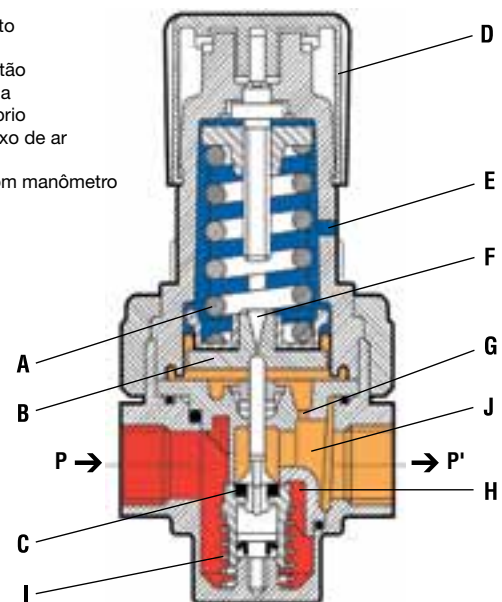
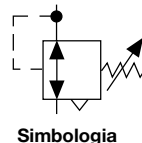
Girando a manopla no sentido horário, aplica-se uma carga numa mola calibrada de regulagem (A) fazendo com que o diafragma (B) e a válvula de assento (C) se desloquem para baixo, permitindo a passagem do fluxo de ar comprimido para a utilização (H). A pressão sobre o diafragma (B) está balanceada através do orifício de equilíbrio (G) quando o regulador está em operação. A pressão secundária, ao exceder a pressão regulada, causará, por meio do orifício (G), ao diafragma (B), um movimento ascendente contra a mola de regulagem (A), abrindo o orifício de sangria (F) contido no diafragma.

O excesso de ar é jogado para atmosfera através de um orifício (E) na tampa do regulador (somente para reguladores com sangria). Portanto, uma saída de pressão pré-regulada é um processo de abre-fechar da válvula de assento (C), que poderia causar certa vibração. Isso é evitado porque certos reguladores são equipados por um amortecimento (I) à mola ou a ar comprimido. O dispositivo autocompensador (C-I) permite montar o regulador em qualquer posição, e confere ao equipamento um pequeno tempo de resposta.

A pressão de saída é alterada pela atuação sobre a manopla de regulagem, não importa se é para decréscimo - quando a pressão secundária regulada é maior, o ar excedente desta regulagem é automaticamente expulso para o exterior através do orifício (F) até a pressão desejada ser atingida - ou acréscimo - o aumento processa-se normalmente atuando-se a manopla e comprimindo-se a mola (A) da forma já mencionada; através de um manômetro (J) registram-se as pressões secundárias reguladas.

• Secção de um regulador de pressão com escape

- A - Mola
- B - Diafragma
- C - Válvula de assento
- D - Manopla
- E - Orifício de exaustão
- F - Orifício de sangria
- G - Orifício de equilíbrio
- H - Passagem do fluxo de ar
- I - Amortecimento
- J - Comunicação com manômetro



Características técnicas

Conexão	1/4", 3/8", 1/2" e 3/4" NPT ou G
Vazão (l/min)	Vide informações adicionais
Faixa de temperatura	0 a +80°C
Pressão primária	Até 17,0 bar
Pressão secundária	0,14 a 8,5 bar 0,35 a 17,0 bar
Peso	0,8 kg (série 06) 1,0 kg (série 07)

Materiais

Corpo	Zamac
Haste de ajuste	Aço
Anel de fixação	Plástico
Diafragma	NBR
Manopla de regulagem	Plástico
Mola de regulagem	Aço
Mola do assento	Aço

Informações adicionais

Vazão (pressão primária 7 bar e saída livre para a atmosfera)

Conexão	SCFM		l/min		Cv	
	06	07	06	07	06	07
1/4"	85	ND	2.407	ND	1,52	ND
3/8"	120	175	3.398	4.955	2,14	3,12
1/2"	130	195	3.681	5.522	2,32	3,48
3/4"	ND	200	ND	5.633	ND	3,57

Regulador de pressão sem escape

O regulador sem escape é semelhante ao visto anteriormente, mas apresenta algumas diferenças:

Não permite escape de ar devido a um aumento de pressão; o diafragma não é dotado do orifício de sangria (F), ele é maciço. Quando desejamos regular a pressão a um nível inferior em relação ao estabelecido, a pressão secundária deve apresentar um consumo para que a regulagem seja efetuada.

Filtro/regulador conjugado

Há também válvulas reguladoras de pressão integradas com filtros, ideais para locais compactos.

Descrição

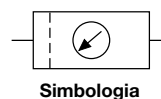
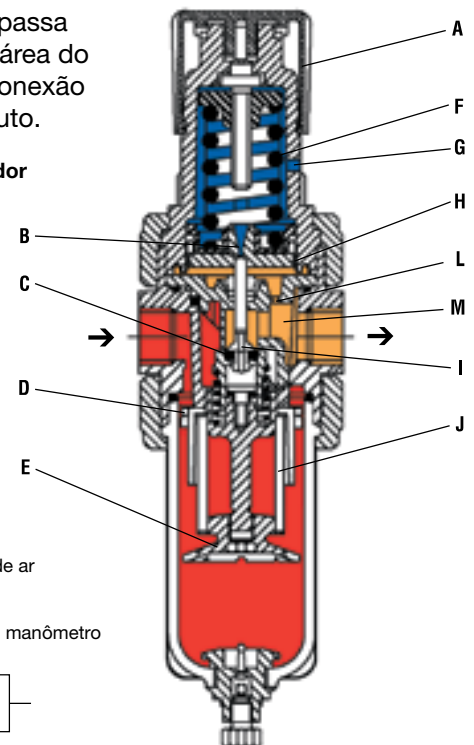
Economiza espaço, pois oferece filtro e regulador conjugados para um desempenho otimizado. Grande eficiência na remoção de umidade.

Operação

Girando a manopla (A) no sentido horário aplica-se uma carga na mola de regulagem (F), fazendo com que o diafragma (H) e o conjunto da válvula de assento (C) se desloquem para baixo, permitindo a passagem do fluxo de ar filtrado pelo orifício (I). A pressão sobre o diafragma (H) está balanceada quando o filtro/regulador conjugado está em operação, se a pressão secundária exceder a pressão regulada causará ao diafragma (H) um movimento ascendente contra a mola de regulagem (F), abrindo o orifício de sangria (B) contido no diafragma. O excesso de ar é jogado para atmosfera através do orifício (G) na tampa do filtro/regulador conjugado (filtro/regulador conjugado com sangria). O primeiro estágio da filtração começa quando o ar comprimido flui através do defletor superior (D), o qual causa uma ação de turbilhonamento. As impurezas contidas no ar comprimido são jogadas contra a parede do copo devido a ação centrífuga causada pelo defletor superior (D). O defletor inferior (E) separa a umidade e as partículas sólidas depositadas no fundo do copo, evitando a reentrada das mesmas no sistema de ar comprimido. O segundo estágio de filtração ocorre quando o ar passa pelo elemento filtrante (J) onde as partículas menores são retidas. O ar passa então através da área do assento (I) para conexão de saída do produto.

• Refil - filtro regulador

- A - Manopla
- B - Orifício de sangria
- C - Válvula de assento
- D - Defletor superior
- E - Defletor inferior
- F - Mola
- G - Orifício de exaustão
- H - Diafragma
- I - Passagem do fluxo de ar
- J - Elemento filtrante
- L - Orifício de equilíbrio
- M - Comunicação com o manômetro



Manutenção - observar o seguinte:

Nunca limpar o regulador com estopa e sim com pano macio que não solte fiapos. Utilizar somente querosene para a lavagem. Observar se a tela do filtro interno não está obstruída. Verificar a face de borracha do obturador (disco).

Se possuir marcas profundas demais ou estiver deslocada da posição, substituir todo o conjunto haste-disco. Verificar a extremidade da haste. Se estiver arranhada ou marcada, proceder como acima. Inspeccionar o o'ring no orifício central do diafragma, para eliminar possíveis resíduos de impurezas.

Se estiver marcado ou mastigado, substituí-lo; não havendo possibilidade, trocar o diafragma. Inspeccionar o diafragma. Se houver rachaduras, substituí-lo. Inspeccionar a mola. Verificar se o parafuso de compressão da mola não está espanado.

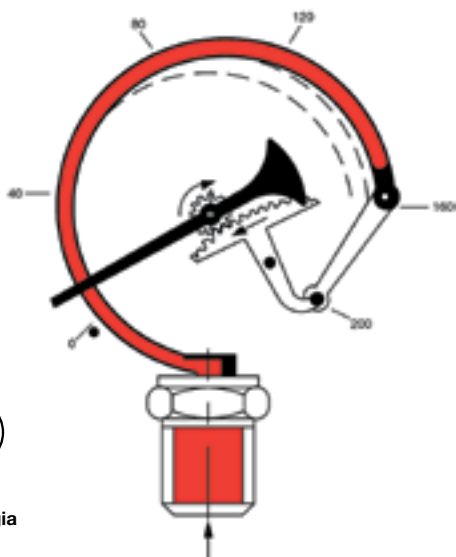
Manômetros

São instrumentos utilizados para medir e indicar a intensidade de pressão do ar comprimido, óleo, etc.

Nos circuitos pneumáticos e hidráulicos, os manômetros são utilizados para indicar o ajuste de pressão no sistema.

Existem dois tipos principais de manômetros:

- Manômetros capsulares (0 - 1000 mBar)
- Tipo de Bourdon
- Manômetro tipo tubo de Bourdon



Simbologia

Tubo de Bourdon

Consiste em uma escala circular sobre a qual gira um ponteiro indicador ligado a um jogo de engrenagens e alavancas.

Este conjunto é ligado a um tubo recurvado, fechado em uma extremidade e aberto em outra, que está ligada com a entrada de pressão.

Aplicando-se pressão na entrada, o tubo tende a endireitar-se, articulando-se as alavancas com a engrenagem, transmitindo movimento para o indicador e registrando a pressão sobre a escala.

Nota: convém lembrar que existem dois tipos de pressão: absoluta e relativa (manométrica).

Pressão absoluta

É a soma da pressão manométrica com a pressão atmosférica.

Pressão relativa

É a pressão indicada nos manômetros, isenta da pressão atmosférica. Geralmente utilizada nas escalas dos manômetros, pois através dela as conversões de energia fornecem seus trabalhos.

Lubrificação

Os sistemas pneumáticos e seus componentes são constituídos de partes possuidoras de movimentos relativos, estando, portanto, sujeitos a desgastes mútuos e conseqüente inutilização.

Para diminuir os efeitos desgastantes e as forças de atrito, a fim de facilitar os movimentos, os equipamentos devem ser lubrificados convenientemente, por meio do ar comprimido. Lubrificação do ar comprimido é a mescla deste com uma quantidade de óleo lubrificante, utilizada para a lubrificação de partes mecânicas internas móveis que estão em contato direto com o ar.

Essa lubrificação deve ser efetuada de uma forma controlada e adequada, a fim de não causar obstáculos na passagem de ar, problemas nas guarnições, etc. Além disso, esse lubrificante deve chegar a todos os componentes, mesmo que as linhas tenham circuitos sinuosos.

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

Lubrificador

Descrição

Distribuição proporcional de óleo em uma larga faixa de fluxo de ar. Sistema de agulha assegura uma distribuição de óleo repetitiva. Permite o abastecimento do copo com a linha pressurizada.

Operação

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

A velocidade do ar que flui através do orifício de Venturi (B) provoca uma depressão no orifício superior (F), que, somada à pressão positiva do copo através do tubo de sucção (E), faz com que o óleo escoe através do conjunto gotejador.

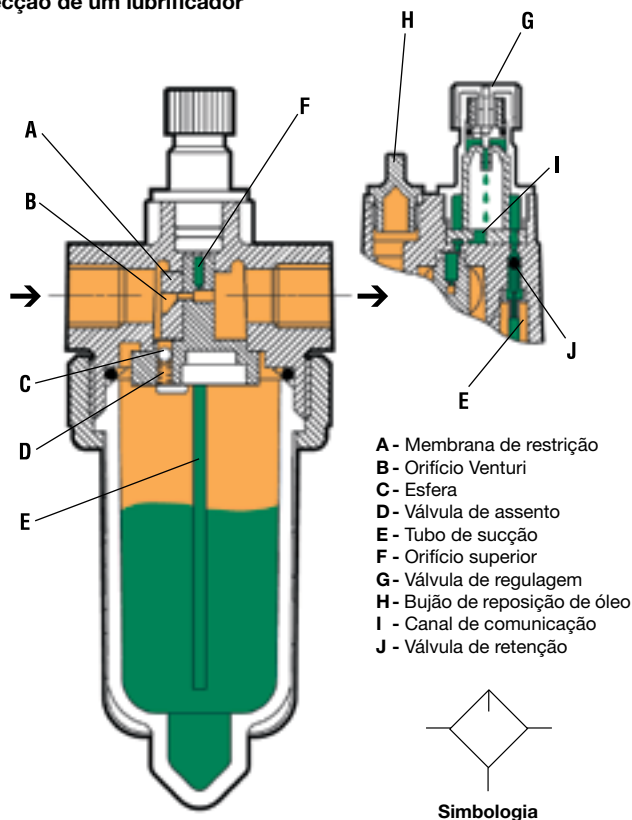
Esse fluxo é controlado através da válvula de regulagem (G) e o óleo goteja através da passagem (I), encontrando o fluxo de ar que passa através do Venturi (B), provocando assim sua pulverização.

Quando o fluxo de ar aumenta, a membrana de restrição (A) dificulta a passagem do ar, fazendo com que a maior parte passe pelo orifício de Venturi (B), assegurando assim que a distribuição de óleo aumente linearmente com o aumento da vazão de ar.

O copo pode ser preenchido com óleo sem precisar despressurizar a linha de ar, devido a ação da esfera (C). Quando o bujão de enchimento (H) é retirado, o ar contido no copo escapa para a atmosfera e a esfera (C) veda a passagem de ar para o copo, evitando assim sua pressurização.

Ao recolocar o bujão, uma pequena porção de ar entra no copo e quando este estiver totalmente pressurizado a lubrificação volta ao normal.

• Secção de um lubrificador



Manutenção

- Usar somente algodão para limpeza, não usar estopa.
- Lavar somente com querosene.
- Evitar preencher demasiadamente o copo com óleo.
- Verificar se as guarnições não estão danificadas.
- Evitar forçar o parafuso de controle de fluxo demasiadamente, ao tentar fechar a passagem de óleo.

Características dos lubrificantes

Predominam os lubrificantes à base de petróleo, porém está havendo um incremento na utilização dos óleos sintéticos. Os óleos pertencem a três classes principais: parafínicos, naftênicos e aromáticos;

Parafínicos

Caracterizam-se, de modo geral, por um alto índice de viscosidade, alta estabilidade contra a oxidação, menor tendência à formação de vernizes, alto ponto de fluidez e baixa densidade.

Naftênicos

Apresentam baixo índice de viscosidade, menor estabilidade contra oxidação, maior tendência à formação de vernizes, ponto de fluidez mais baixo e densidade elevada. Entretanto, o seu poder solvente é melhor que o dos parafínicos e o tipo de carbono formado ao queimar é menos duro que o formado

pelos primeiros. As características básicas podem ser alteradas de acordo com o serviço, pois o produto final pode se apresentar sob a forma de óleo mineral puro, composto, com aditivos ou óleos emulsionáveis. Nem todos os lubrificantes são apropriados para a utilização nos sistemas pneumáticos, existem muitos óleos empregados que criam sérios inconvenientes para o perfeito funcionamento de válvulas, cilindros, etc.

A maior parte dos óleos contém aditivos especiais próprios para certos fins, mas inadequados para outras aplicações. Dois óleos podem parecer iguais perante certas propriedades físicas e se comportarem de maneira diferente perante diferentes materiais.

O óleo apropriado para sistemas pneumáticos deve conter antioxidante, ou seja, não deve oxidar-se ao ser nebulizado com o ar; deve conter aditivos antiespumantes para não formar espuma ao ser nebulizado. Outro fator importante para o óleo é o IV (índice de viscosidade), que deve ser mantido o mais uniforme possível com as variações de temperatura.

Um fator determinante na seleção do tipo de óleo mais adequado é o fato das guarnições dos componentes pneumáticos serem de borracha nitrílica (NBR). O óleo não deve alterar o estado do material. Com isso, queremos nos referir ao ponto de Anilina do óleo, que pode provocar dilatação, contração e amolecimento das guarnições. O ponto de anilina é definido como a temperatura na qual tem início a mistura de óleo de anilina com o óleo considerado.

Nas lubrificações pneumáticas o ponto de anilina não deve ser inferior a 90°C (194°F) e nem superior a 100°C (212°F). Um sistema lubrificado adequadamente não apresentará tais inconvenientes em relação às guarnições.

Óleos recomendados

Fabricante	Óleo
Shell	Shell Tellus C-10
Esso	Turbine Oil-32
	Spinesso-22
Mobil Oil	Mobil Oil DTE-24
Valvoline	Valvoline R-60
Castrol	Castrol Hyspin AWS-32
Lubrax	HR 68 EP
	Ind CL 45 Of
Texaco	Kock Tex-100

Características técnicas

Conexão	1/4", 3/8", 1/2" e 3/4" NPT ou G
Vazão (l/min)	Vide informações adicionais
Vazão mínima para lubrificação	14 l/min a 7 bar
Faixa de temperatura	0 a +52°C (copo de policarbonato) 0 a +80°C (copo metálico)
Faixa de pressão	0 a 10 bar (copo de policarbonato) 0 a 17 bar (copo metálico)

Materiais

Corpo	Zamac
Copo	Policarbonato transparente Zamac (copo metálico)
Protetor do copo	Aço
Anel de fixação do copo	Plástico (policarbonato série 06/07 e metálico série 06) Alumínio (copo metálico série 07)
Vedações	NBR

Informações adicionais

Vazão (pressão primária 7 bar e saída livre para a atmosfera)

Conexão	SCFM		l/min		Cv	
	06	07	06	07	06	07
1/4"	100	ND	2.832	ND	1,78	ND
3/8"	220	230	6.230	6.513	3,93	4,11
1/2"	305	310	8.636	8.778	5,45	5,53
3/4"	ND	320	ND	9.061	ND	5,71

A importância dos componentes pneumáticos com sistema Non-lube

As válvulas e cilindros com sistema Non-lube não precisam de lubrificação. Elas não poluem o ambiente e eliminam a necessidade constante de reposição de óleo, o que diminui também os gastos.

Exemplo de custo do consumo de óleo

- Se 5 gotas de óleo = 1 ml, então 5.000 gotas de óleo = 1 litro
- 1 lubrificador pulveriza 3 gotas/min, ou seja, 180 gotas/hora
- Assim, em 10 horas de trabalho, temos 1.800 gotas/dia
- Se tivermos 10 lubrificadores em 1 dia de trabalho, teremos 18.000 gotas/dia
- 18.000 gotas = 3,6 litros de óleo/dia
- Custo de 1 litro de óleo = R\$ 8,00
- R\$ 864,00 por mês
- R\$ 10.368,00 por ano



Método CV para gases

Identificação das válvulas

Tipos de acionamentos e comandos

Tipos construtivos

Tipos de válvulas de controle direcional



Válvulas

A válvula é um componente do circuito pneumático que se destina a controlar a direção, pressão e/ou vazão do ar comprimido. Elas podem ser de controle direcional de 2, 3, 4 ou 5 vias, reguladores de vazão ou pressão e de bloqueio, com diversos tipos de atuadores. A Parker Hannifin também produz válvulas para outros fluidos como água, óleo, vapor, ácidos, etc.

Coeficiente de vazão

A vazão de uma válvula é o volume de fluido que pode passar através dela em um determinado tempo. A maneira padronizada para especificar a vazão de uma válvula é através dos coeficientes Cv e Kv, os quais permitem a seleção de válvulas por um método prático, dimensionando-as corretamente para cada caso em particular.

O Cv é definido como sendo o número de galões (USA) de água que passam pela válvula em um minuto, a temperatura de 68°F, provocando uma queda de pressão de 1 psig. Para o Kv a definição é a mesma, porém alteram-se as unidades, ou seja, vazão em l/min, pressão em bar e temperatura em °C.

A vazão efetiva de uma válvula depende de vários fatores, entre os quais a pressão absoluta na saída, temperatura e queda de pressão admitida.

A determinação dos fatores Cv e Kv obedece condições normalizadas como, por exemplo, o nível constante de água em relação à válvula, distância e posição dos instrumentos e detalhes sobre a tomada de pressão.

$$Kv = 0,8547 Cv$$

Método Cv para gases

$$Cv = \frac{Q}{22,48 \sqrt{\frac{\Delta P \times (P_1 - \Delta P + Pa)}{T_1 \times G}}}$$

Onde:

1 - No sistema americano

- Cv = Coeficiente de vazão
Q = Vazão em SCFM a 14,7 psig, 68°F, 36% umidade relativa
 ΔP = Queda de pressão admitida em psig
Pa = Pressão atmosférica em psig (14,7 psig)
P₁ = Pressão de alimentação (pressão de trabalho) em psig
T₁ = Temperatura absoluta em °R (Rankine)
°R = °F + 460
G = Gravidade específica do gás (G ar = 1)
G = $\frac{\text{Peso molecular do gás}}{\text{Peso molecular do ar}}$

2 - No sistema internacional de unidades (S.I.)

- Cv = Coeficiente de vazão
Q = Vazão em l/s a 760 mm Hg, 20°C, 36% umidade relativa
 ΔP = Queda de pressão admitida em bar
Pa = Pressão atmosférica em bar (1,013 bar)
P₁ = Pressão de alimentação (pressão de trabalho) em bar
T₁ = Temperatura absoluta em K (Kelvin)
K = °C + 273
G = Gravidade específica do gás (G ar = 1)

Gráfico para coeficiente de vazão

As curvas de vazão mostradas no gráfico são para uma válvula teórica com $C_v = 1$ e para o ar nas condições normais de temperatura e pressão (20°C, 760 mm Hg e 36% umidade relativa).

Para se calcular a vazão de uma válvula conhecendo-se a pressão inicial, devemos seguir a curva correspondente a esta pressão até o eixo vertical do gráfico e ler diretamente o valor.

Multiplicar esse valor de vazão (para $C_v = 1$) pelo C_v da válvula escolhido para se obter a sua vazão real.

Exemplo:

Pressão inicial = 7 bar
 Válvula escolhida $C_v = 1,8$

Para $C_v = 1$, do gráfico obtemos $Q = 26,42$ l/s

Para $C_v = 1,8$ a vazão real será:

$$Q_r = 1,8 \times 26,42 \text{ l/s} = 47,56 \text{ l/s}$$

Para se conhecer a vazão de uma válvula a uma pressão final específica, selecionar o valor da pressão final desejada no eixo horizontal do gráfico, seguir a linha vertical até a intersecção com a curva de pressão inicial e, a partir deste ponto, seguir uma linha horizontal até o eixo vertical lendo-se diretamente a vazão.

Multiplicar o valor obtido pelo C_v da válvula escolhida para se obter a vazão final.

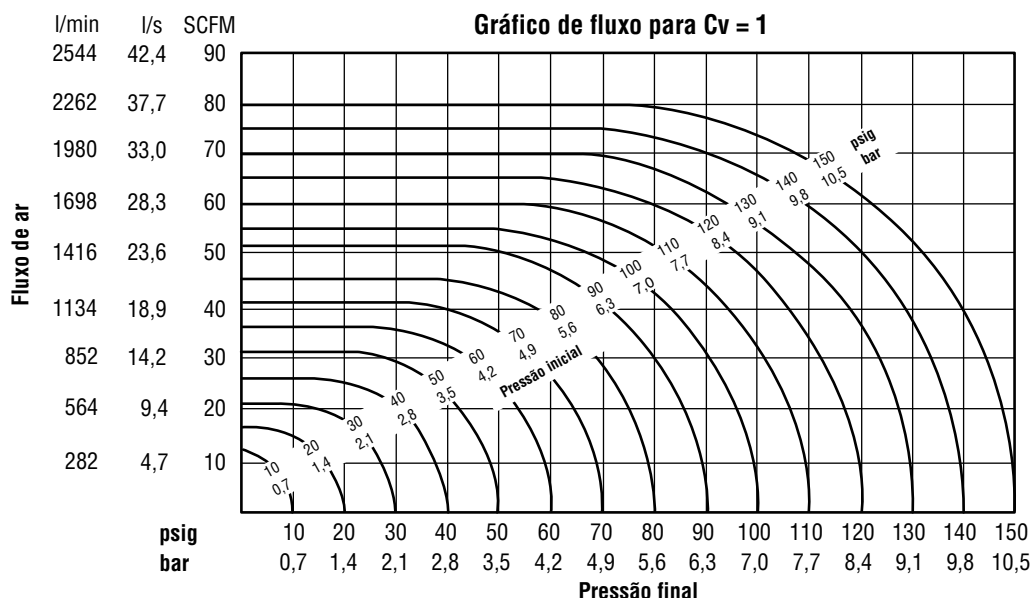
Exemplo:

Pressão inicial = 6,3 bar (90 psig)
 Pressão final = 5,6 bar (80 psig)
 Válvula escolhida $C_v = 1,8$

Para $C_v = 1$, do gráfico, obtemos $Q = 14,2$ l/s

Para $C_v = 1,8$ a vazão real será:

$$Q_r = 14,2 \times 1,8 = 25,6 \text{ l/s}$$



Seleção de válvula através de fórmula simplificada

Na fórmula do Cv, a vazão Q pode ser substituída pelo consumo de ar de um cilindro para executar o movimento de avanço ou retorno em um determinado tempo. O tempo escolhido é o crítico, ou seja, aquele que tem prioridade no trabalho a ser executado.

$$Cv = \frac{\frac{14,7 + P}{14,7} \times a \times Ct \times 60}{22,48 \sqrt{\frac{\Delta P \times (P_1 - \Delta P + Pa)}{T_1 \times G}}}$$

$$Cv = \frac{a \times Ct \times A \times Fc}{tc \times 29}$$

Onde:

a = Área interna do cilindro em polegadas quadradas (in²)

Ct = Curso de trabalho em polegadas (in)

A = Constante conforme tabela

Fc = Fator de compressão: tabela ou $Fc = \frac{P + 14,7}{14,7}$

P = Pressão de entrada em psig

tc = Tempo para realização do curso (avanço ou retorno) em segundos (s)

Pressão de entrada bar	Fator de compressão	Constante "A" para várias quedas de pressão			
		Queda de pressão: Δp			
		0,14 bar	0,35 bar	0,70 bar	1,40 bar
0,70	1,7	0,156	0,103	-	-
1,40	2,4	0,126	0,084	0,065	-
2,00	3,0	0,111	0,073	0,055	0,046
2,76	3,7	0,100	0,065	0,048	0,039
3,45	4,4	0,091	0,059	0,044	0,034
4,14	5,1	0,085	0,055	0,040	0,031
4,83	5,8	0,079	0,051	0,037	0,028
5,52	6,4	0,075	0,048	0,035	0,026
6,20	7,1	0,071	0,046	0,033	0,025
6,90	7,8	0,068	0,044	0,032	0,023
7,60	8,5	0,065	0,042	0,030	0,023
8,30	9,2	0,063	0,040	0,029	0,021

Exemplo

Um cilindro pneumático de diâmetro 4" e curso de 16" deve transportar uma peça num tempo máximo de 2 s, para que a produção seja atingida. A válvula direcional é alimentada com 80 psig e é admitida uma queda de pressão máxima de 10 psig para que a força do cilindro seja compatível com o trabalho.

Pode-se determinar o Cv da válvula.

Ø = 4" → a = 12,566 in²

Ct = 16"

tc = 2s

P₁ = 80 psig = 5,52 bar

ΔP = 10 psig = 0,7 bar

Da tabela:

A = 0,035

Fc = 6,4

$$Cv = \frac{a \times Ct \times A \times Fc}{tc \times 29}$$

$$Cv = \frac{12,566 \times 16 \times 0,035 \times 6,4}{2 \times 29}$$

Cv = 0,78

Válvulas de Controle Direcional



Os cilindros pneumáticos, componentes para máquinas de produção, para desenvolverem suas ações produtivas, devem ser alimentados ou descarregados convenientemente, no instante em que desejarmos, ou de conformidade com o sistema programado. Portanto, basicamente, de acordo com seu tipo, as válvulas servem para orientar os fluxos de ar, impor bloqueios, controlar suas intensidades de vazão ou pressão.

Para facilidade de estudo, as válvulas pneumáticas foram classificadas nos seguintes grupos:

- Válvulas de controle direcional
- Válvulas de bloqueio (anti-retorno)
- Válvulas de controle de fluxo
- Válvulas de controle de pressão

Cada grupo se refere ao tipo de trabalho a que se destina mais adequadamente. Válvulas de controle direcional têm por função orientar a direção que o fluxo de ar deve seguir, a fim de realizar um trabalho proposto.

Identificação das Válvulas

Para um conhecimento perfeito de uma válvula direcional, deve-se levar em conta os seguintes dados:

- Posição inicial
- Número de posições
- Número de vias
- Tipo de acionamento (comando)
- Tipo de retorno
- Vazão

Além destes, ainda merece ser considerado o tipo construtivo.

O que vem a ser número de posições?

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

- Norma para representação: CETOP - Comitê Europeu de Transmissão Óleo - Hidráulica e Pneumática.
- ISO: Organização Internacional de Normalização

As válvulas direcionais são sempre representadas por um retângulo.

- Este retângulo é dividido em quadrados.
- O número de quadrados representados na simbologia é igual ao número de posições da válvula, representando a quantidade de movimentos que executa através de acionamentos.



2 posições



3 posições

Número de vias

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



Passagem = 02 vias

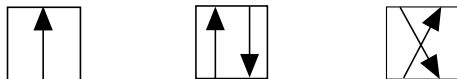


Bloqueio = 01 via

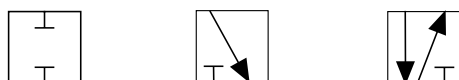
Direção de fluxo

Nos quadros representativos das posições, encontram-se símbolos distintos:

As setas indicam a interligação interna das conexões, mas não necessariamente o sentido de fluxo.



Passagem bloqueada



Escape não provido para conexão (não canalizado ou livre)

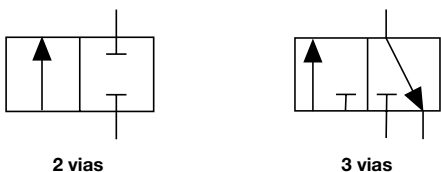


Escape provido para conexão (canalizado)



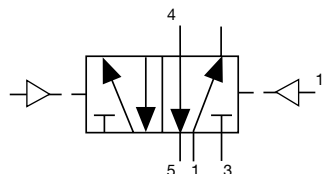
Uma regra prática para a determinação do número de vias consiste em separar um dos quadrados (posição) e verificar quantas vezes o(s) símbolo(s) interno(s) toca(m) os lados do quadro, obtendo-se, assim, o número de orifícios e em correspondência o número de vias.

Preferencialmente, os pontos de conexão deverão ser contados no quadro da posição inicial.



Identificação dos orifícios da válvula

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



Os orifícios são identificados como segue:

- **Nº 1 - alimentação:** orifício de suprimento principal.
- **Nº 2 - utilização, saída:** orifício de aplicação em válvulas de 2/2, 3/2 e 3/3.
- **Nºs 2 e 4 - utilização, saída:** orifícios de aplicação em válvulas 4/2, 4/3, 5/2 e 5/3.
- **Nº 3 - escape ou exaustão:** orifícios de liberação do ar utilizado em válvulas 3/2, 3/3, 4/2 e 4/3.
- **Nºs 3 e 5 - escape ou exaustão:** orifício de liberação do ar utilizado em válvulas 5/2 e 5/3.
- **Orifício número 1 corresponde ao suprimento principal; 2 e 4 são aplicações; 3 e 5 escapes.**
- **Orifícios de pilotagem são identificados da seguinte forma:**
 10, 12 e 14. Estas referências baseiam-se na identificação do orifício de alimentação 1.
- **Nº 10:** indica um orifício de pilotagem que, ao ser influenciado, isola, bloqueia, o orifício de alimentação.
- **Nº 12:** liga a alimentação 1 com o orifício de utilização 2, quando ocorrer o comando.
- **Nº 14:** comunica a alimentação 1 com o orifício de utilização 4, quando ocorrer a pilotagem.

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

Identificação dos orifícios - meio literal

Em muitas válvulas, a função dos orifícios é identificada literalmente. Isso se deve principalmente às normas DIN (DEUTSCHE NORMEN), que desde março de 1996 vigoram na Bélgica, Alemanha, França, Suécia, Dinamarca, Noruega e outros países.

Segundo a Norma DIN 24.300, Blatt 3, Seite 2, Nr. 0.4. de março de 1966, a identificação dos orifícios é a seguinte:

- Linha de trabalho (utilização): **A, B e C**
- Conexão de pressão (alimentação): **P**
- Escape ao exterior do ar comprimido utilizado pelos equipamentos pneumáticos (escape, exaustão): **R, S e T**
- Drenagem de líquido: **L**
- Linha para transmissão da energia de comando (linhas de pilotagem): **X, Y e Z**

Os escapes são representados também pela letra E, seguida da respectiva letra que identifica a utilização (normas N.F.P.A.). **Exemplo:**

EA - significa que os orifícios em questão são a exaustão do ponto de utilização A.

EB - escape do ar utilizado pelo orifício B. A letra D, quando utilizada, representa orifício de escape do ar de comando interno.

Resumidamente, temos na tabela a identificação dos orifícios de uma válvula direcional.

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

Acionamentos ou comandos

As válvulas exigem um agente externo ou interno que desloque suas partes internas de uma posição para outra, ou seja, que altere as direções do fluxo, efetue os bloqueios e liberação de escapes.

Os elementos responsáveis por tais alterações são os acionamentos, que podem ser classificados em:

- Comando direto
- Comando indireto

Comando direto

É assim definido quando a força de acionamento atua diretamente sobre qualquer mecanismo que cause a inversão da válvula.

Comando indireto

É assim definido quando a força de acionamento atua sobre qualquer dispositivo intermediário, o qual libera o comando principal que, por sua vez, é responsável pela inversão da válvula. Estes acionamentos são também chamados de combinados, servo, etc.

Tipos de acionamentos e comandos

Os tipos de acionamentos são diversificados e podem ser:

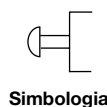
- Musculares - mecânicos - pneumáticos - elétricos
- Combinados

Estes elementos são representados por símbolos normalizados e são escolhidos conforme a necessidade da aplicação da válvula direcional.

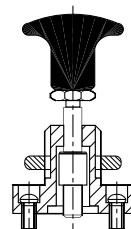
Acionamentos musculares

As válvulas dotadas deste tipo de acionamento são conhecidas como válvulas de painel. São acionamentos que indicam um circuito, findam uma cadeia de operações, proporcionam condições de segurança e emergência. A mudança da válvula é realizada geralmente pelo operador do sistema. Os principais tipos de acionamentos musculares são mostrados nas figuras abaixo.

• Botão



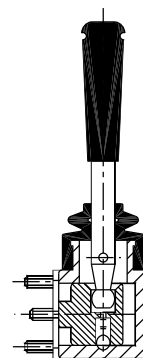
Simbologia



• Alavanca



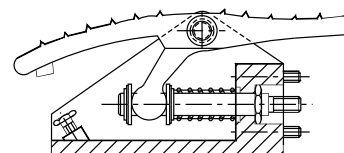
Simbologia



• Pedal



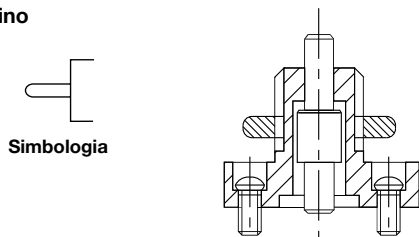
Simbologia



Acionamentos mecânicos

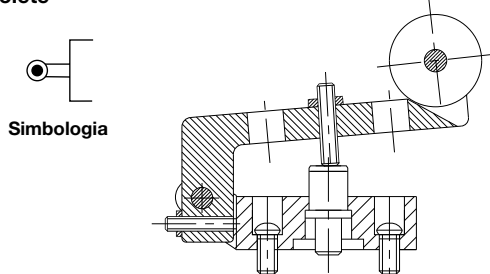
Com a crescente introdução de sistemas automáticos, as válvulas acionadas por uma parte móvel da máquina adquirem uma grande importância. O comando da válvula é conseguido através de um contato mecânico sobre o acionamento, colocado estrategicamente ao longo de um movimento qualquer, para permitir o desenrolar de seqüências operacionais. Comumente, as válvulas com este tipo de acionamento recebem o nome de válvulas fim de curso.

• Pino



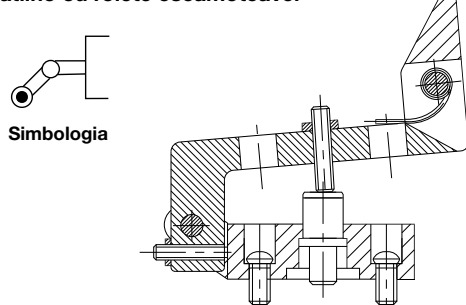
Simbologia

• Rolete



Simbologia

• Gatilho ou rolete escamoteável



Simbologia

Posicionamento das válvulas com acionamentos mecânicos

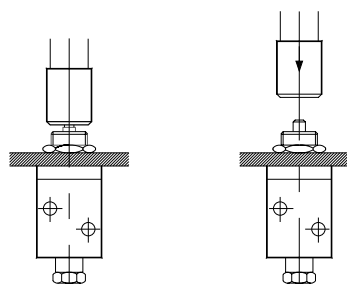
As válvulas devem estar situadas o mais próximo possível ou diretamente acopladas aos equipamentos comandados (cilindros, motores, etc.), para que as tubulações secundárias sejam bem curtas evitando, assim, consumos inúteis de ar comprimido e perdas de pressão, conferindo ao sistema um tempo de resposta reduzido. Para as válvulas acionadas mecanicamente, é indispensável efetuar um posicionamento adequado, garantindo um comando seguro e perfeito, mesmo depois de muito tempo.

Acionamento por pino

Quando um mecanismo móvel é dotado de movimento retilíneo, sem possibilidades de ultrapassar um limite e ao fim do movimento deve acionar uma válvula, o recomendado é o acionamento por pino, que recebe um ataque frontal.

Ao posicionar a válvula, deve-se ter o cuidado de deixar uma folga, após o curso de acionamento, com relação ao curso final do mecanismo, para evitar inutilização da válvula devido a inúteis e violentas solicitações mecânicas. Enquanto durar a ação sobre o pino, a válvula permanece comutada (acionada).

• Posicionamento do acionamento tipo pino



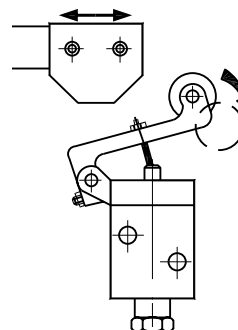
Acionamento por rolete

Se a válvula necessita ser acionada por um mecanismo com movimento rotativo, retilíneo, com ou sem avanço anterior, é aconselhável utilizar o acionamento por rolete, para evitar atritos inúteis e solicitações danosas em relação às partes da válvula.

O rolete, quando posicionado no fim de curso, funciona como pino, mas recebe ataque lateral na maioria das vezes.

Numa posição intermediária, receberá comando toda vez que o mecanismo em movimento passar por cima, independentemente do sentido do movimento.

• Posicionamento do acionamento tipo rolete



Gatilho (rolete escamoteável)

Utilizado nas posições intermediárias ou fim de curso, onde podem ocorrer problemas de "contrapressão".

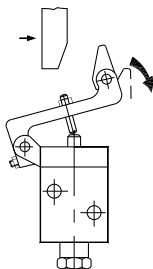
O posicionamento no final de curso, com leve afastamento, evita que permaneça constantemente acionado, como o pino e o rolete.

Difere dos outros por permitir o acionamento da válvula em um sentido do movimento, emitindo um sinal pneumático breve.

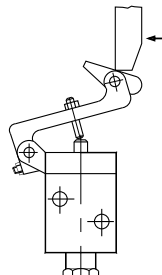
Quando o mecanismo em movimento atua sobre o acionamento, causa um travamento, provocando o deslocamento das partes internas da válvula. No sentido oposto ao de comando, o mecanismo causa a rotação do acionamento, eliminando qualquer possibilidade de comandar a válvula.

• Posicionamento do acionamento tipo gatilho

Comanda a válvula



Não comanda a válvula



É importante ressaltar que a emissão do sinal pneumático, sendo breve, não deve percorrer longas distâncias.

A comutação da válvula e a emissão do sinal estão em função de sua construção, principalmente da velocidade com que é acionada e do comprimento do mecanismo que irá acioná-la.

Acionamentos pneumáticos

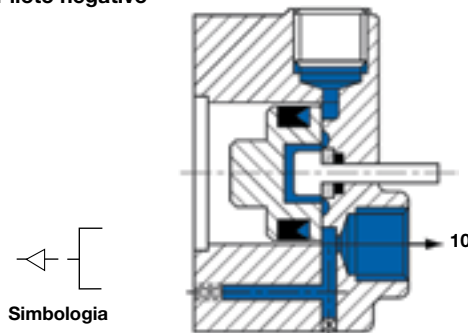
As válvulas equipadas, com este tipo de acionamento, são comutadas pela ação do ar comprimido proveniente de um sinal preparado pelo circuito e emitido por outra válvula.

Nos acionamentos pneumáticos destacam-se:

Comando direto por alívio de pressão (piloto negativo)

- Os pistões são pressurizados com o ar comprimido proveniente da alimentação. Um equilíbrio de forças é estabelecido na válvula; ao se processar a despressurização de um dos pistões, ocorre a inversão da válvula.

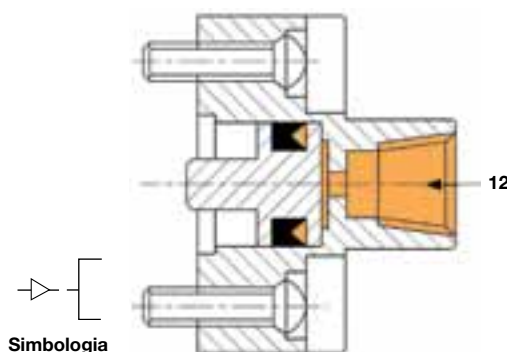
• Piloto negativo



Comando direto por aplicação de pressão (piloto positivo)

- Um impulso de pressão, proveniente de um comando externo, é aplicado diretamente sobre um pistão, acionando a válvula.

• Piloto positivo



Comando direto por diferencial de áreas

A pressão de comando atua em áreas diferentes, possibilitando a existência de um sinal prioritário e outro supressivo.

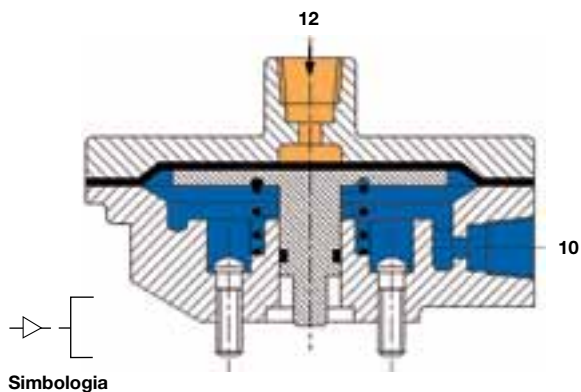
Diafragma

A grande vantagem está na pressão de comando; devido à grande área da membrana, pode trabalhar com baixas pressões. O princípio de atuação é bem semelhante ao de um piloto positivo.

Aplicações frequentes

Substituição de sistemas eletrônicos e elétricos que são utilizados na automatização de fábricas de explosivos, produtos solventes, devido à sensibilidade que apresentam no controle de processos.

- Diafragma



Acionamentos elétricos

A operação das válvulas é efetuada por meio de sinais elétricos, provenientes de chaves fim de curso, pressostatos, temporizadores, etc.

São de grande utilização onde a rapidez dos sinais de comando é o fator importante, quando os circuitos são complicados e as distâncias são longas entre o local emissor e o receptor.

Acionamentos combinados

É comum a utilização da própria energia do ar comprimido para acionar as válvulas. Podemos comunicar o ar de alimentação da válvula a um acionamento auxiliar que permite a ação do ar sobre o comando da válvula ou corta a comunicação, deixando-a livre para a operação de retorno. Os acionamentos tidos como combinados são classificados também como servo piloto, comando prévio e indireto. Isso se fundamenta na aplicação de um acionamento (pré-comando) que comanda a válvula principal, responsável pela execução da operação.

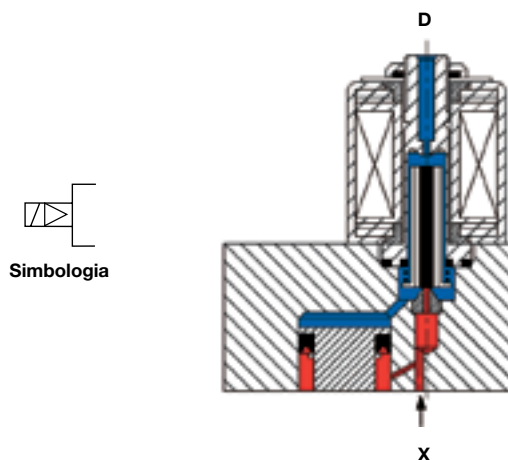
Quando é efetuada a alimentação da válvula principal, a que realizará o comando dos conversores de energia, pode-se emitir ou desviar um sinal através de um canal interno ou conexão externa, que ficará retido, direcionando-o para efetuar o acionamento da válvula principal, que posteriormente é colocada para exaustão. As válvulas de pré-comando são geralmente elétricas (solenóides), pneumáticas (piloto), manuais (botão), mecânicas (came ou esfera).

A seguir, são mostrados alguns tipos de acionamentos combinados.

Solenóide e piloto interno

Quando o solenóide é energizado, o campo magnético criado desloca o induzido, liberando o piloto interno X, o qual realiza o acionamento da válvula.

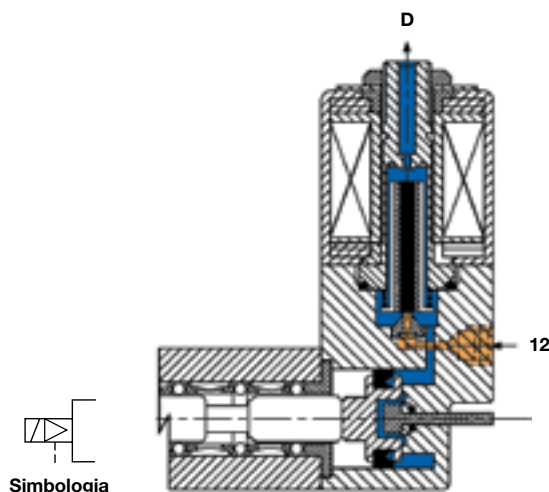
- Acionamento combinado - elétrico e pneumático



Solenóide e piloto externo

Idêntico ao anterior, porém a pressão piloto é suprida externamente.

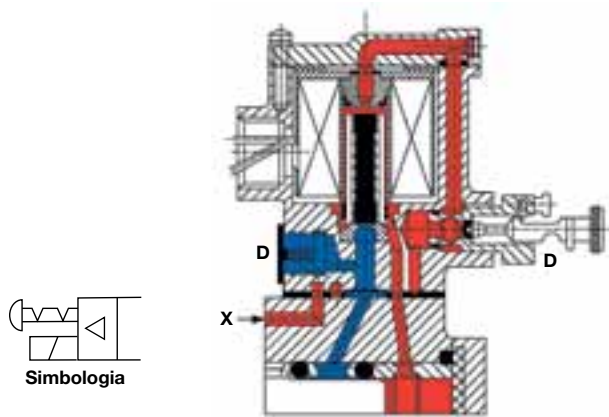
- Acionamento combinado - elétrico e pneumático



Solenóide e piloto ou botão

A válvula principal pode ser comandada por meio da eletricidade, a qual cria um campo magnético, causando o afastamento induzido do assento e liberando a pressão X que aciona a válvula. Pode ser acionada através do botão, o qual despressuriza a válvula internamente. O acionamento por botão conjugado ao elétrico é de grande importância porque permite testar o circuito, sem necessidade de energizar o comando elétrico, permitindo continuidade de operação quando faltar energia elétrica.

- Acionamento combinado - muscular ou elétrico e pneumático



Tipos construtivos

As válvulas direcionais, segundo o tipo construtivo, são divididas em 3 grupos:

- Válvula de distribuidor axial ou spool
- Válvula poppet
- Válvula poppet - spool

Válvula de distribuidor axial

São dotadas de um êmbolo cilíndrico, metálico e polido, que se desloca axialmente no seu interior, guiado por espaçadores e guarnições sintéticas que, além de guiar, são responsáveis pela vedação. O deslocamento do êmbolo seleciona a passagem do fluxo de ar através dos sulcos que possui.

Seu curso de comando é mais longo que o das válvulas tipo poppet, apresentando, contudo, diversas vantagens:

Inexistência de vazamentos internos durante as mudanças de posição, permite grande intercâmbio entre os tipos de acionamentos, requer pequeno esforço ao ser acionada, dotada de boa vazão e pode ser aplicada com diferentes tipos de fluidos.

Válvulas poppet

Pode ser do tipo assento com disco ou assento com cone

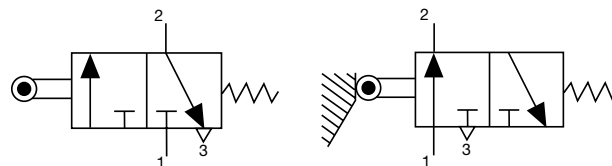
São válvulas de funcionamento simples, constituídas de um mecanismo responsável pelo deslocamento de uma esfera, disco ou cone obturador de seu assento, causando a liberação ou bloqueio das passagens que comunicam o ar com as conexões. São válvulas de resposta rápida, devido ao pequeno curso de deslocamento, podendo trabalhar isentas de lubrificação e são dotadas de boa vazão.

Válvulas poppet-spool

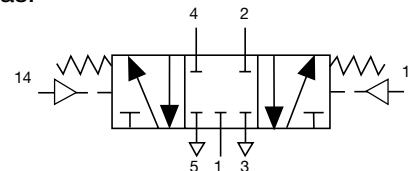
Possuem um êmbolo que se desloca axialmente sob guarnições que realizam a vedação das câmaras internas. Conforme o deslocamento, o êmbolo permite abrir ou bloquear a passagem do ar devido ao afastamento dos assentos. Desta forma a válvula realiza funções do tipo poppet e spool para direcionar o ar.

Denominação de uma válvula direcional

Nas válvulas de duas posições, as ligações são feitas no quadro do "retorno" (direita do símbolo), quando a válvula não estiver acionada. Quando acionada (presa em fim de curso na posição inicial), as ligações são feitas no quadro de acionamento (à esquerda do símbolo).



- Nas válvulas de três posições, as ligações são feitas no quadro central (posição neutra) quando não acionadas, ou no quadro correspondente, quando acionadas.



- O quadro (posição) onde as ligações são feitas, simbolicamente é fixo. Movimenta-se o quadro livre de ligações.

Posição zero ou repouso

É a posição adotada pelas partes internas da válvula, quando não conectada nem acionada.

Posição inicial ou partida

É a posição que uma válvula, um cilindro, etc., ocupam após serem instalados em um sistema pneumático, pressurizado ou energizado. Nesta posição se inicia a sequência de operações previstas e geralmente são indicados a entrada de ar comprimido, escapes e utilizações.

Em um circuito

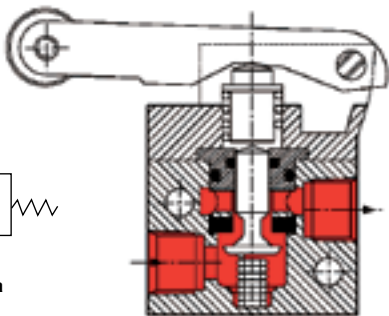
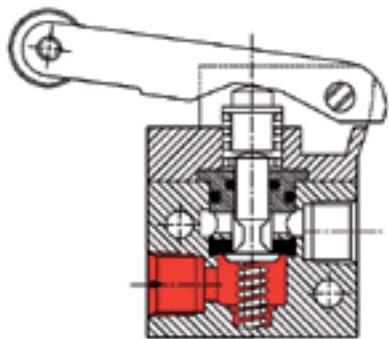
Todas as válvulas e cilindros são sempre representados em sua posição inicial.

Tipos de válvulas de controle direcionais

2/2 - Tipo assento com disco

Uma haste com disco na extremidade é mantida contra um assento de material sintético, evitando a passagem do ar comprimido. O disco é forçado contra o assento por uma mola, auxiliada posteriormente pela entrada do ar. Efetuando-se o acionamento, a haste e o disco são deslocados, permitindo o fluxo de ar. Cessado o acionamento, ocorre bloqueio do fluxo pela ação da mola de retorno.

- Válvula de controle direcional 2/2 acionada por rolete, retorno por mola, N.F., tipo assento com disco



Simbologia

2/2 - Tipo spool

Nesta válvula, o distribuidor axial (êmbolo) se desloca com movimentos longitudinais sobre espaçadores e anéis de vedação tipo o-ring, permitindo ou não comunicação entre a conexão de alimentação e a utilização.

Quanto à posição inicial, esta pode ser fechada ou aberta. O êmbolo deve possuir uma superfície bem lisa e sem defeitos, a fim de que os anéis não sejam prejudicados e realizem uma boa vedação.

Quanto ao acionamento, podem ser musculares, mecânicos, pneumáticos e elétricos.

2/2 - Acionada por solenóide ação indireta servocomandada por diafragma

Quando a válvula é alimentada, a pressão atua na parte superior do diafragma, ao passar por alguns orifícios existentes na membrana, mantendo-a em sua sede, auxiliado pela mola posicionadora do induzido, vedando, assim, a passagem de fluxo.

No local onde o induzido apóia-se, existe um orifício piloto, o qual é mantido bloqueado, enquanto o solenóide não for energizado.

Energizando-se o solenóide, o induzido é atraído, liberando o orifício piloto, por onde ocorre o escape de ar da parte superior do diafragma, o que provoca um desequilíbrio de pressão.

A pressão na parte inferior desloca o diafragma e libera o fluxo para a utilização. Assim que o sinal elétrico é eliminado, o fluxo é interrompido pela ação da mola e posteriormente pela pressão.

Exemplo de aplicação de válvulas 2/2:

- Em comandos de válvulas acionadas por alívio de pressão
- Controle e passa-não-passa
- Válvulas de fechamento (semelhantes a registros), etc.

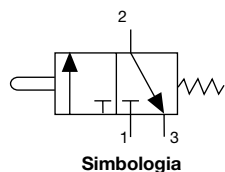
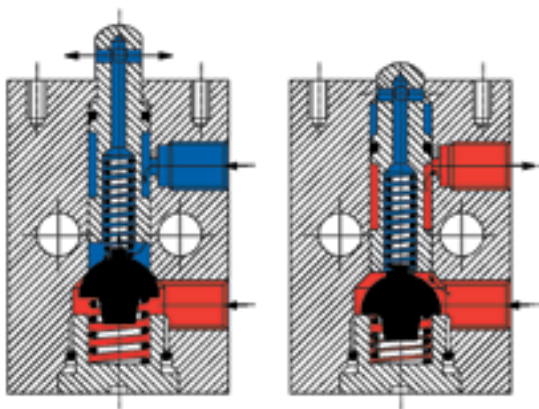
3/2 - Tipo assento com cone

Um corpo retangular abriga num furo interno uma haste perfurada, molas e um cone obturador. Estão dispostos de tal maneira que, ao se realizar a alimentação, a pressão mantém o cone obturador em seu assento, auxiliada por uma mola.

Pressionando-se o acionamento, a haste perfurada é deslocada e se encaixa na ponta do cone, forçando-o a se desalojar do assento e liberando a pressão.

Cessado o acionamento, o cone é forçado contra o assento, enquanto a haste retorna à posição inicial. Com o afastamento da haste em relação à ponta do cone, a furação interna desta é liberada e através dela o ar utilizado é exaurido para a atmosfera.

- Válvula de controle direcional 3/2 acionada por pino retorno por mola, N.F., tipo assento cônico

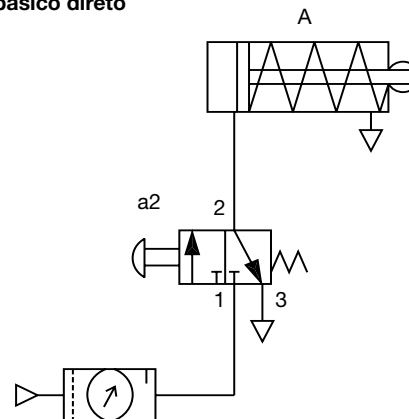


Tipos de acionamento

Alavanca com trava, botão, pino, rolete, gatilho, esfera.

Exemplo de aplicação de uma válvula 3/2 vias

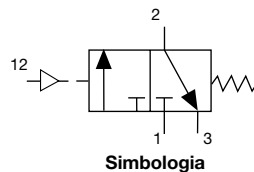
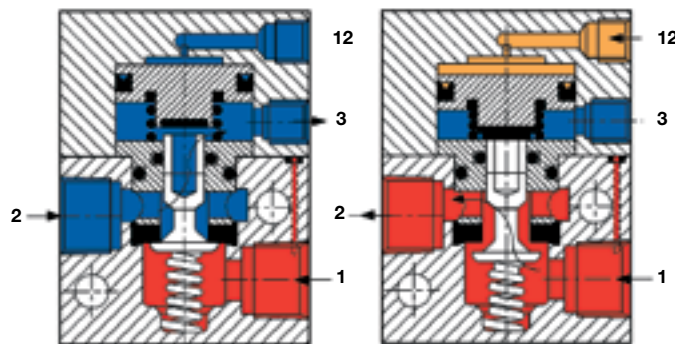
- Comando básico direto



3/2 - Tipo assento com disco - acionada por piloto

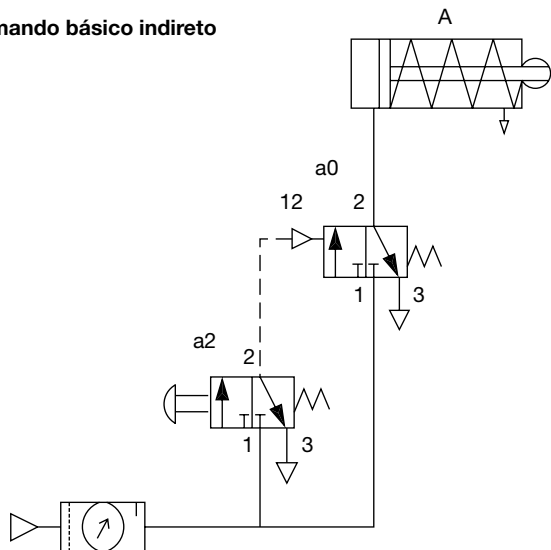
Emitindo-se o sinal de comando, este atua sobre um pistão, provocando seu deslocamento e compressão em uma mola. Com o contínuo deslocamento do pistão, o escape da válvula é vedado pela face oposta ao da atuação da pressão e a haste com o disco na extremidade é afastada do assento, propiciando passagem da pressão para a utilização. O fluxo permanece enquanto a pressão é mantida sobre o pistão (piloto). Cortando-se o suprimento de ar do piloto, pela ação da mola e pressão, o disco é recolocado na posição inicial, bem como o pistão que, ao ser afastado, libera o escape.

- Válvula de controle direcional 3/2 acionada por piloto, retorno por mola, N.F., tipo assento com disco



Exemplo de aplicação de uma válvula 3/2 vias

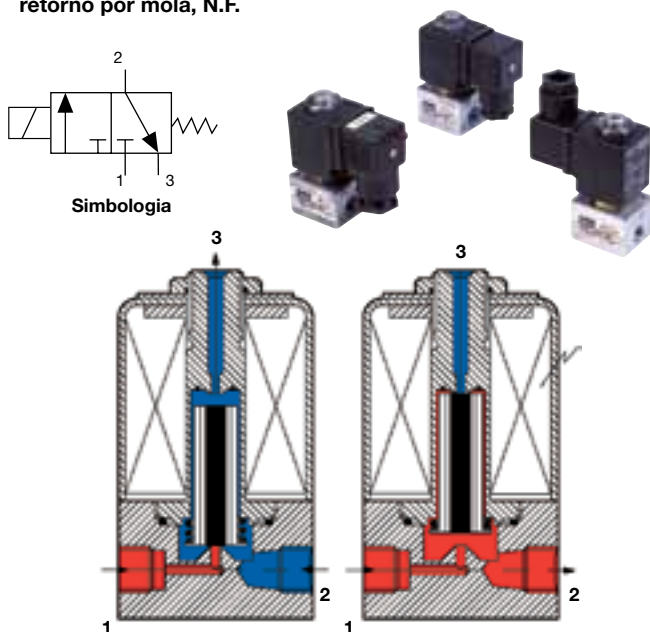
- Comando básico indireto



3/2 - Comando direto por solenóide

Embora as válvulas de grande porte possam ser acionadas diretamente por solenóide, a tendência é fazer válvulas de pequeno porte, acionadas por solenóide e que servem de pré-comando (válvulas piloto), pois emitem ar comprimido para acionamento de válvulas maiores (válvulas principais).

- Válvula de controle direcional 3/2 acionada por solenóide direto, retorno por mola, N.F.

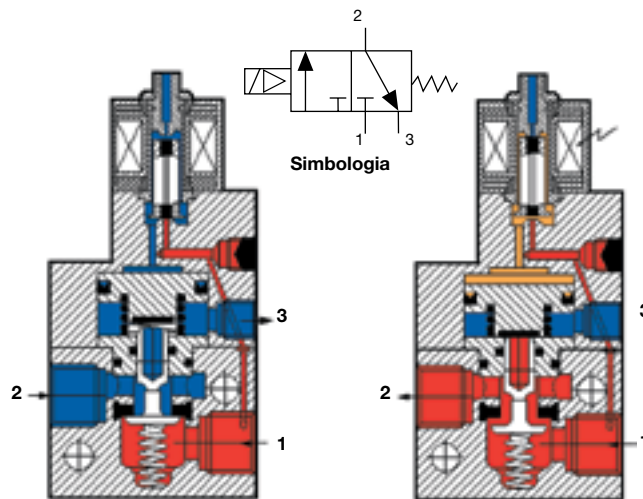


As válvulas possuem um enrolamento que circunda uma capa de material magnético, contendo em seu interior um induzido, confeccionado de um material especial, para evitar magnetismo remanescente. Este conjunto (capa + induzido) é roscado a uma haste (corpo), constituindo a válvula. O induzido possui vedações de material sintético em ambas as extremidades, no caso

da válvula de 3 vias, e em uma extremidade, quando de 2 vias. É mantido contra uma sede pela ação de uma mola. Sendo a válvula N.F., a pressão de alimentação fica retida pelo induzido no orifício de entrada e tende a deslocá-lo. Por este motivo, há uma relação entre o tamanho do orifício interno de passagem e a pressão de alimentação. A bobina é energizada pelo campo magnético criado e o induzido é deslocado para cima, ligando a pressão com o ponto de utilização, vedando o escape. Desenergizando-se a bobina, o induzido retorna à posição inicial e o ar emitido para a utilização tem condições de ser expulso para a atmosfera. Esta válvula é frequentemente incorporada em outras, de modo que ela (válvula piloto) e a principal formem uma só unidade, como veremos em alguns casos adiante. Com as trocas das funções de seus orifícios, pode ser utilizada como N.A.

3/2 - Tipo assento com disco acionada por solenóide indireto

- Válvula de controle direcional 3/2 acionada por solenóide indireto, retorno por mola, N.F., tipo assento com disco



Com processo de comando prévio, utilizando a válvula comandada por solenóide, descrita como pré-comando. Sua constituição e funcionamento são baseados na válvula comandada por ar comprimido, acrescida de válvula de pré-comando. Ao se processar a alimentação da válvula, pela conexão mais baixa do corpo através de um orifício, a pressão de alimentação é desviada até a base do induzido da válvula de pré-comando, ficando retida. Energizando-se a bobina, o campo magnético atrai o induzido para cima, liberando a pressão retida na base. A pressão liberada age diretamente sobre o pistão, causando o comando da válvula. Cessado o fornecimento de energia elétrica, o campo magnético é eliminado, o induzido é recolocado na posição primitiva e a pressão de pilotagem é exaurida através do orifício de escape existente na válvula de pré-comando e o ar utilizado é expulso pelo orifício existente no corpo do acionamento.

Válvula tipo assento com disco lateral

Em lugar da esfera e cones é empregada uma haste (para comando manual), ou pistão e haste para comandos por ar comprimido e elétricos, onde são colocados discos que fazem a seleção do fluxo de ar.

A haste, ou pistão e haste, juntamente com os discos, deslizam axialmente no interior de espaçadores e anéis "o", em consequência do acionamento; o bloqueio das passagens é feito por encosto lateral.

Responsáveis pela comunicação dos orifícios entre si, os discos permitem fluxo ou não, auxiliados pelos espaçadores e anéis "o" posicionados em relação às conexões e o percurso do conjunto.

O critério de trabalho em ambas as versões é semelhante, diferindo apenas:

- **Modelo haste**

Permite a conversão de N.F. para N.A. e os meios de acionamento são musculares (pedal e alavanca).

- **Modelo pistão e haste**

Não permite adaptação e o retorno está fundamentado na própria alimentação do ar comprimido. A inversão na função dos orifícios não permite o funcionamento correto da válvula.

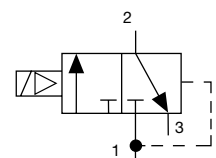
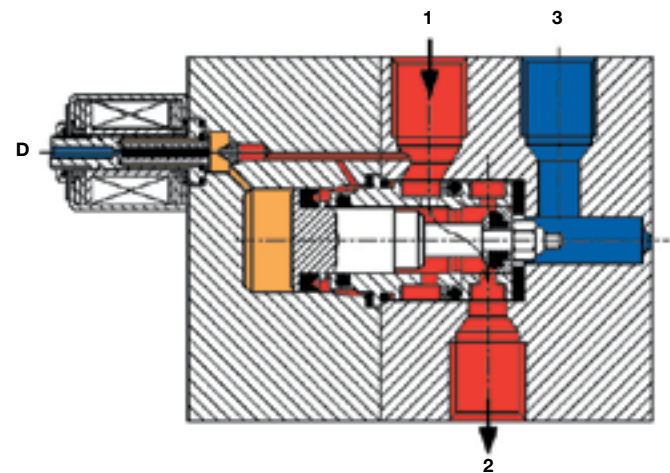
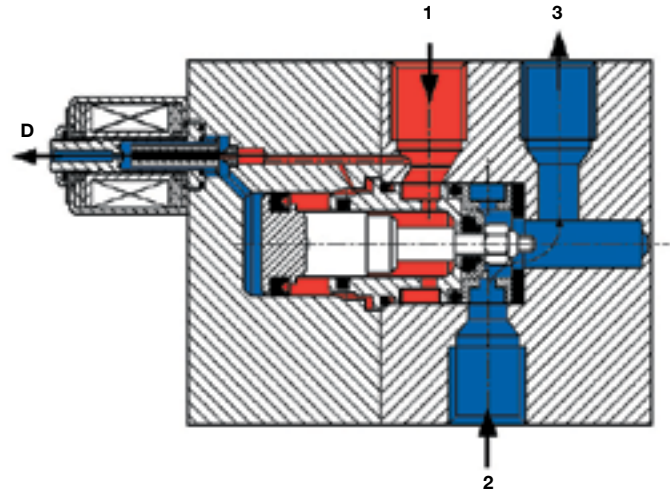
3/2 - Tipo pistão e haste acionamento por simples solenóide

Seu funcionamento é idêntico ao da válvula acionada por simples piloto positivo.

Em vez de emitir um sinal pneumático, é dotada de uma válvula comandada por solenóide e, ao ser criado o campo magnético, desloca o induzido, fazendo a pressão atuar sobre a face maior do êmbolo e permitindo a mudança de posição.

Desenergizando-se a bobina, o induzido é recolocado em seu assento e o ar que havia comandado o pistão é eliminado para a atmosfera, permitindo que a válvula retorne à posição inicial por meio da pressão de alimentação, em contato direto com o pistão na face menor.

- Válvula de controle direcional 3/2 acionada por solenóide de ação indireta, retorno por suprimento interno, N.F., tipo assento lateral



Simbologia

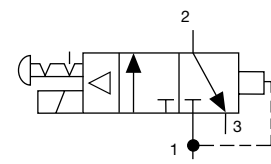
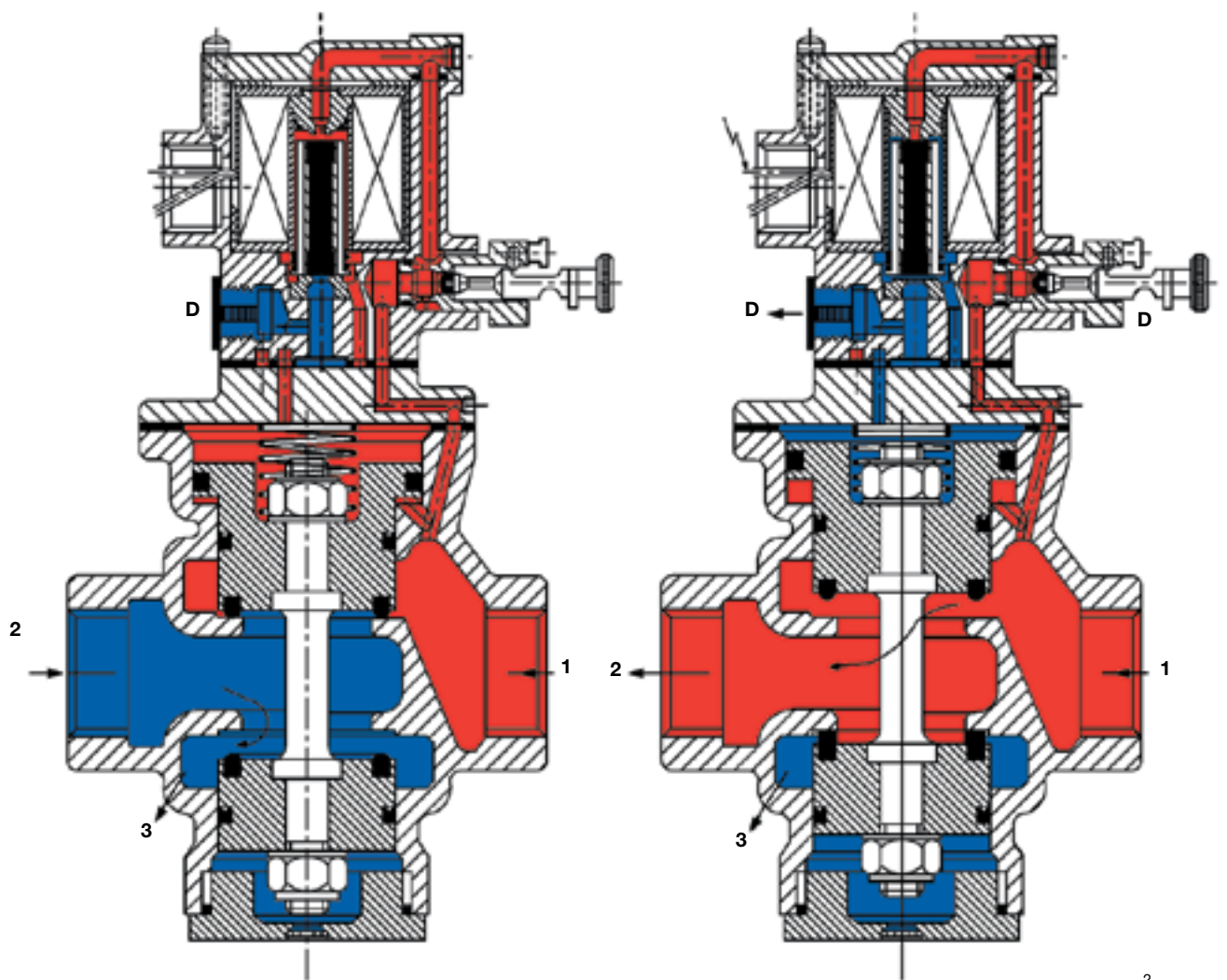
3/2 - Acionada por solenóide

Ambas as versões (N.A. ou N.F.) são idênticas ao funcionamento do comando por piloto, com pequenas adaptações. Em lugar da tampa por onde é feita a pilotagem, existe um adaptador (base) com uma pequena válvula acionada por solenóide; a mola é colocada entre o adaptador e o êmbolo superior, para ficar assentada sobre este último.

No modelo N.F., alimentando-se a válvula, a pressão circula pelo interior da válvula de pré-comando (neste caso sempre N.A.), agindo sobre o êmbolo superior, auxiliando a mola a mantê-lo contra o assento e vencendo a força gerada pela pressão em sua face oposta. Energizando-se o solenóide, ocorre um escape de ar, fazendo com que a força atuante na parte superior sofra um desequilíbrio e possibilitando a abertura da válvula. Esta mantém-se aberta enquanto o solenóide estiver energizado.

Desenergizando-se o solenóide, o conjunto interior recupa a posição inicial, bloqueando a entrada de pressão e comunicando a utilização com o escape.

- Válvula de controle direcional 3/2 acionada por solenóide de ação indireta, retorno por suprimento interno, N.F., vedação tipo assento



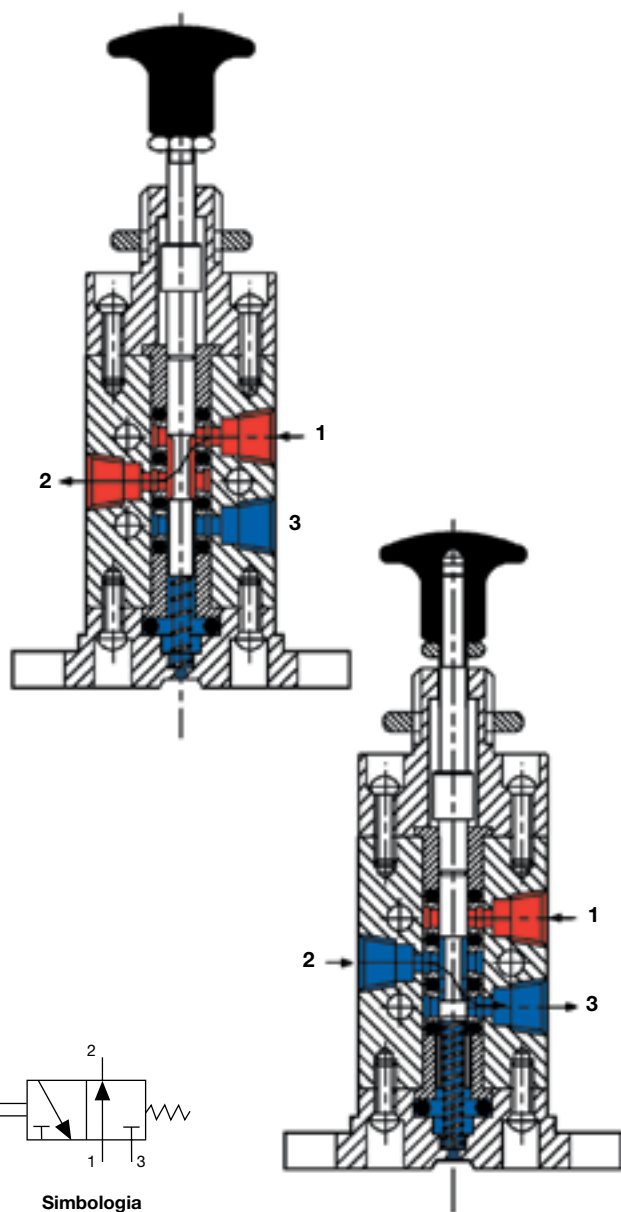
Simbologia

3/2 - Tipo distribuidor axial

A válvula de distribuidor axial de 3 vias e 2 posições, acionada por botão e retorno por mola. O distribuidor axial se desloca sobre espaçadores metálicos e anéis "o" estacionários no corpo da válvula e comunica a conexão de utilização alternativamente com pressão ou exaustão, em função do movimento longitudinal.

A posição inicial pode ser fechada ou aberta, mostrando claramente que o ar comprimido poderá ou não fluir. As válvulas com esta construção são versáteis, bastando alterar as conexões de ligação. Seguindo-se certas recomendações, as condições N.F. e N.A. podem ser obtidas.

- Válvula de controle direcional 3/2, tipo distribuidor axial acionada por botão e retorno por mola, N.A.

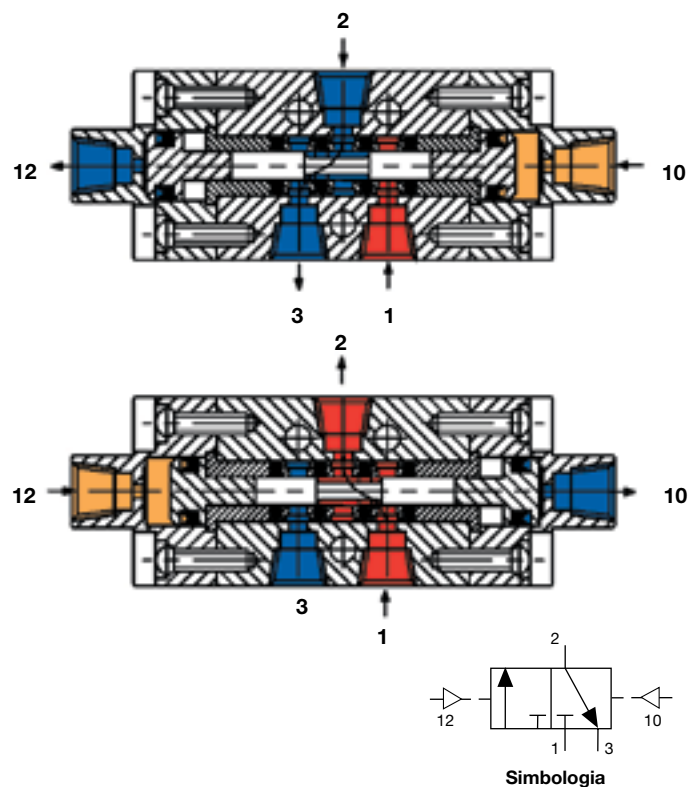


Fator importante é o distribuidor que se desloca sobre os anéis "o". Ele não deve ter cantos vivos ou imperfeições em sua superfície, pois isso acarreta a inutilização dos anéis, de grande importância para a vedação da válvula. Estas válvulas também se destacam porque precisam de menores esforços de acionamento, não têm que vencer as forças impostas pela pressão de alimentação, além de serem disponíveis com a maioria dos tipos de acionamento e retorno facilmente combinados. O "spool" é dotado de um sulco, através do qual o ar comprimido é dirigido para a utilização e logo após é exaurido para a atmosfera. Pelos meios de acionamento, o "spool" é deslocado de sua posição, permitindo comunicação com as vias correspondentes. Eliminada a influência sobre os acionamentos, o dispositivo de retorno recoloca a válvula na posição inicial.

3/2 - Duplo piloto positivo

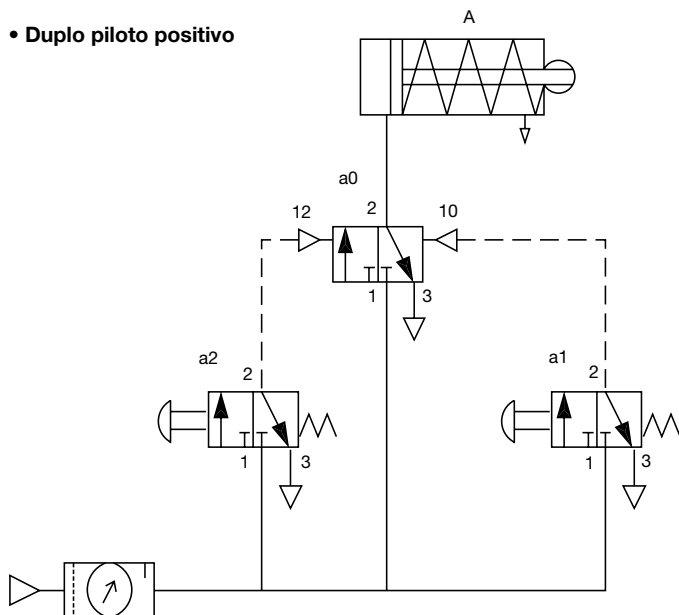
As válvulas de duplo piloto positivo são usadas em comandos remotos, circuitos semi ou completamente automáticos. Operadas normalmente por válvulas de 3 vias, com diversos tipos de acionamentos, um dos quais será escolhido em função da necessidade de operação. As válvulas acionadas por duplo piloto possuem dois pistões internos, acionados por impulsos alternadamente de acordo com o direcionamento exigido.

Válvula 3/2 acionada por duplo piloto positivo



Exemplo de aplicação de uma válvula 3/2 vias

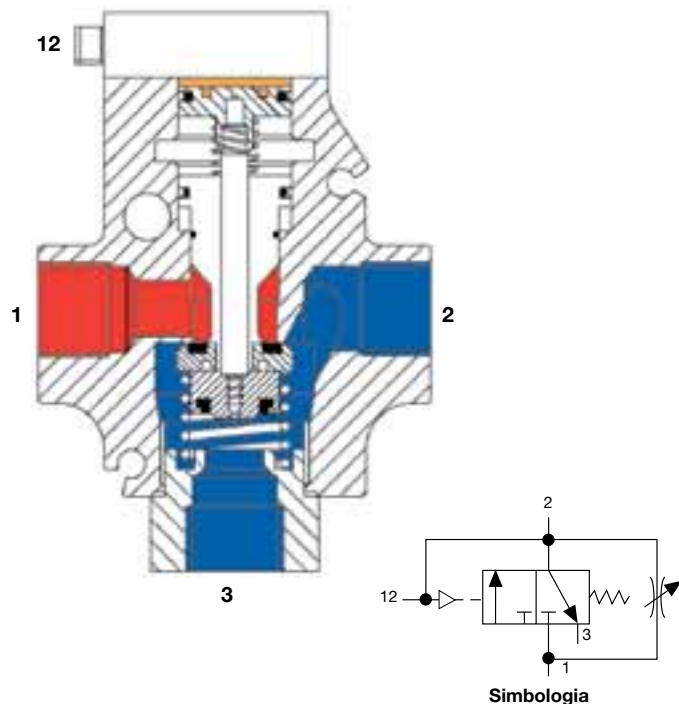
- Duplo piloto positivo



3/2 - Válvula de bloqueio e partida suave

Esta válvula deverá ser montada antes do FRL e com um ajuste de partida rápida com acesso facilmente ajustado na válvula de ajuste de vazão.

- Combinadas no mesmo corpo partida suave e partida rápida;
- Ampla capacidade de vazão até 4,2 Cv;
- Montada em linha ou de forma modular;
- Operação por piloto pneumático ou solenóide;
- Fácil ajuste de vazão na partida suave.



Funcionamento

Quando a válvula está instalada no sistema pneumático e sem o sinal de piloto o pórtico 12 está em exaustão através da via 3. Quando um sinal de pilotagem atuar no pórtico 12 a válvula muda de estado, fechando a conexão entre as vias 2 e 3.

Em um mesmo instante o fluxo de ar se inicia entre as vias 1 e 2 a uma baixa vazão controlada através da válvula de estrangulamento, localizada na frente da válvula. Quando a baixa pressão está aproximadamente 4Kgf/cm (60 PSI) o carretel principal abre, permitindo a passagem de toda a vazão de ar para o sistema.

Se houver, a qualquer instante, uma queda do sistema, a válvula retorna à sua posição inicial, exaurindo a baixa pressão através da via 3. O sinal de pilotagem pode ser realizado através de piloto pneumático direto no pórtico 12, no topo da válvula, ou através de um solenóide montado na tampa superior.

Observação:

Não use óleo sintético, recuperado, contendo álcool ou aditivo detergente.

Não restrinja a entrada da válvula pois existe um suprimento interno para o piloto. A tubulação de alimento de pressão deve ser de mesma medida do que o pórtico de entrada, ou maior, para garantir que a válvula piloto receba pressão suficiente de alimentação durante as condições de alta vazão.

Válvula direcional de cinco vias e duas posições (5/2)

São válvulas que possuem uma entrada de pressão, dois pontos de utilização e dois escapes. Estas válvulas também são chamadas de 4 vias com 5 orifícios, devido à norma empregada. É errado denominá-las simplesmente de válvulas de 4 vias. Uma válvula de 5 vias realiza todas as funções de uma de 4 vias. Fornece ainda maiores condições de aplicação e adaptação, se comparada diretamente a uma válvula de 4 vias, principalmente quando a construção é do tipo distribuidor axial.

Conclui-se, portanto, que todas as aplicações encontradas para uma válvula de 4 vias podem ser substituídas por uma de 5 vias, sem qualquer problema. Mas o inverso nem sempre é possível.

Existem aplicações que uma válvula de 5 vias sozinha pode encontrar e que, quando feitas por uma de 4 vias, necessitam do auxílio de outras válvulas, o que encarece o circuito.

5/2 - Tipo assento com disco lateral acionada por duplo solenóide indireto

Alimentando-se a válvula, a pressão atua na área menor do pistão, flui para o ponto de utilização e alimenta uma válvula de pré-comando, ficando retida.

Para se efetuar mudança de posição, emite-se um sinal elétrico, que é recebido pela válvula de pré-comando; ocorre o deslocamento do induzido e a pressão piloto é liberada, o fluxo percorre o interior da válvula principal e chega até o acionamento de retorno; encontrando-o fechado, segue para a área maior do pistão, causando a alteração de posição e, simultaneamente, atinge uma restrição micrométrica, que possui duas funções. Nesta situação, sua função é evitar o máximo possível a fuga de ar que, eventualmente, possa ocorrer pelo escape da válvula.

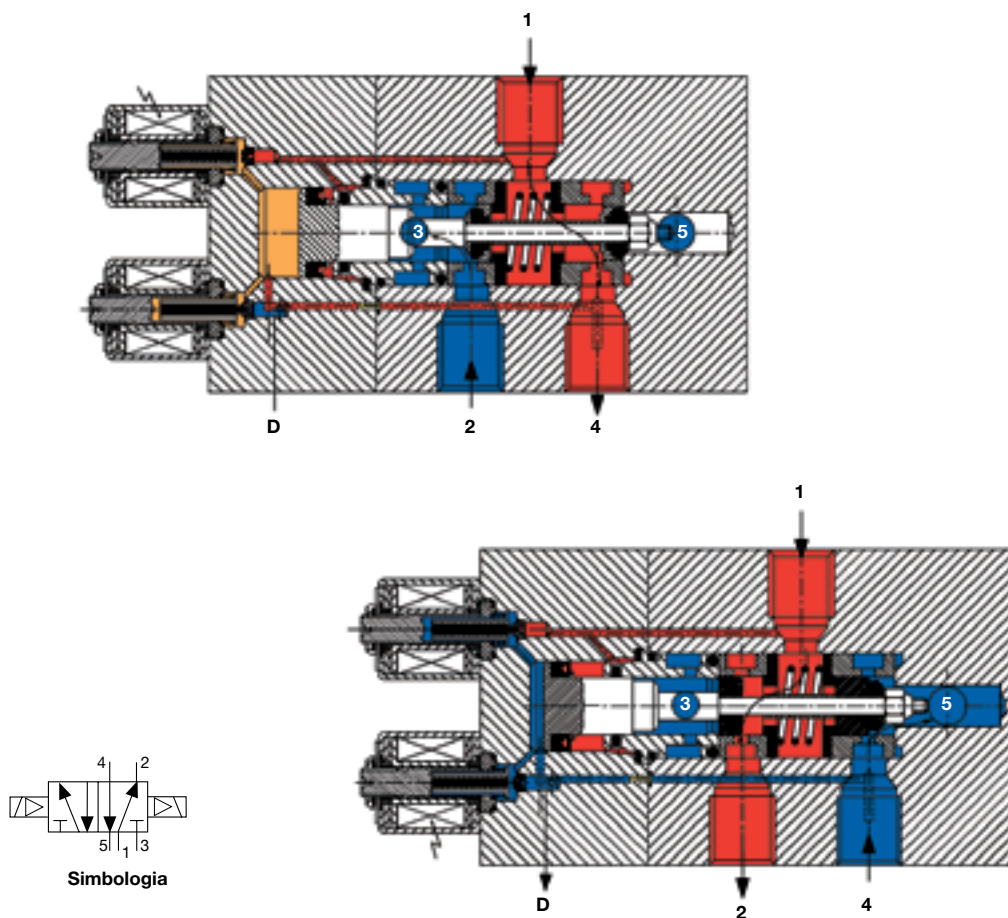
Alterada a posição, a conexão que recebia ar comprimido é colocada em contato com a atmosfera e o segundo ponto de utilização passa a receber fluxo,

enquanto o seu escape é bloqueado. O segundo ponto, ao receber ar comprimido através de uma pequena canalização, desvia uma mínima parcela do fluxo, por meio de restrição, confirmando o sinal de comando.

Para retorno, emite-se um sinal ao acionamento de retorno, que ao ser comutado desloca o êmbolo que vedava o ar de manobra, permitindo descarga para a atmosfera. Quando o retorno é efetuado, a restrição micrométrica cumpre a sua segunda função; o comando de reversão é solicitado e causa a abertura de uma passagem para a atmosfera, com o fim de eliminar o primeiro sinal.

Mas, pela restrição, há um fluxo que procura manter o sinal de comutação. A mudança de posição é conseguida porque a restrição permite um mínimo fluxo, enquanto o acionamento de retorno exaure um fluxo maior, possibilitando uma queda de pressão e consequentemente de força. Isto faz com que a pressão de alimentação, atuando na área menor, retorne a válvula para a posição inicial.

- Válvula de controle direcional 5/2, acionado por duplo solenóide de ação direta



5/2 - Tipo spool acionada por duplo piloto

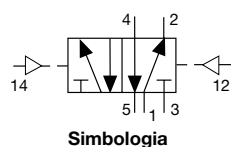
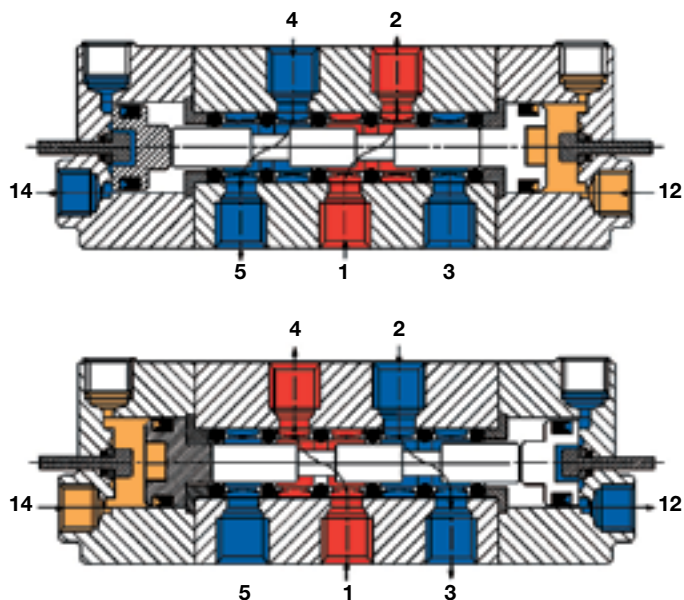
São válvulas utilizadas geralmente para operar cilindros de dupla ação. Permitem fluxo total porque sua área de passagem interna é equivalente à área de passagem da conexão nominal.

Sua construção interna não permite fugas de ar durante o movimento do spool, pois este é flutuante sobre guarnições tipo o-ring distanciadas por espaçadores estacionários.

Quando a válvula é alimentada, através do orifício de pilotagem, o ar comprimido é dirigido à extremidade do êmbolo, desta forma ocorrerá deslocamento do êmbolo devido à pressão piloto.

Com este movimento, o orifício de pressão "1" alimentará "4", e "2" terá escape por "3". Com a pilotagem no lado oposto, o processo de mudança de posição é idêntico.

- Válvula de controle direcional 5/2, acionamento por duplo piloto positivo, tipo distribuidor axial



Principais características

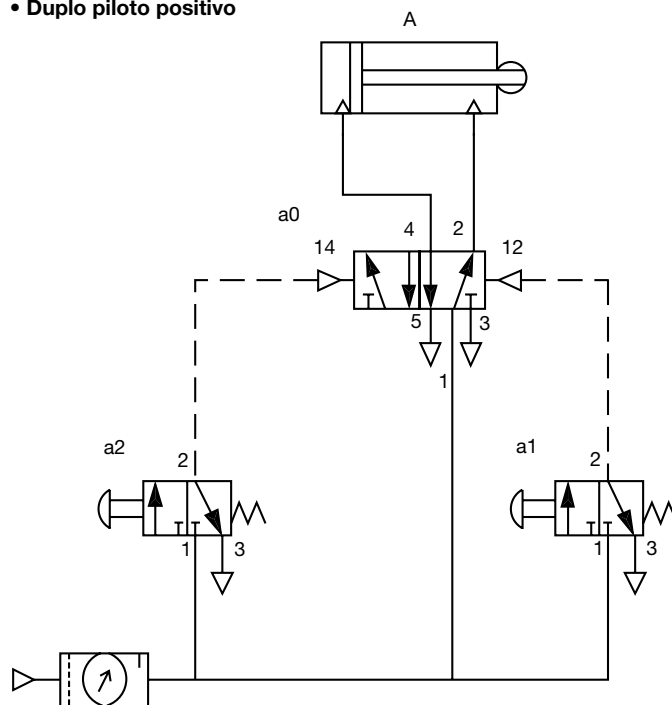
Vias/posições	3/2, 3/3, 5/2 e 5/3
Trabalho	Regime non-lube
Solenóide	Baixa potência
Proteção	IP65
Atuadores	Solenóide, piloto, mecânico e manual
Versão	Individual e manifold
Posição central (5/3)	CF - centro fechado CAN - centro aberto negativo CAP - centro aberto positivo

Materiais

Corpo	Zamac
Vedações	NBR e poliuretano

Exemplo de aplicação de uma válvula 5/2 vias

- Duplo piloto positivo



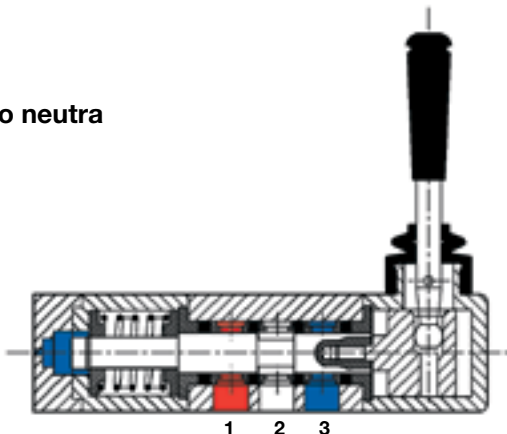
Válvula direcional de três vias e três posições (3/3)

Com as mesmas conexões de uma 3/2, é acrescida de uma posição chamada centro, posição neutra ou intermediária, fornecendo outras características à válvula. Existindo 3 posições, o tipo de acionamento terá que possuir três movimentos, para que se possa utilizar de todos os recursos da válvula.

O centro de uma válvula direcional 3/3 normalmente é C.F. (centro fechado). Nesta posição, todas as conexões, sem exceção, estão bloqueadas. Este tipo de centro permite impor paradas intermediárias em cilindros de simples efeito, mas sem condições precisas.

A comunicação entre orifícios é conseguida através do distribuidor axial, que se desloca no interior da válvula, comunicando os orifícios de acordo com seu deslocamento, efetuado pelo acionamento. Pode ser comandada por acionamento muscular, elétrico ou pneumático e dificilmente por mecânico.

- Válvula de controle direcional 3/3, acionamento por alavanca centrada por mola C.F.; tipo distribuidor axial

**Posição neutra**

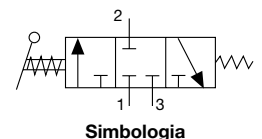
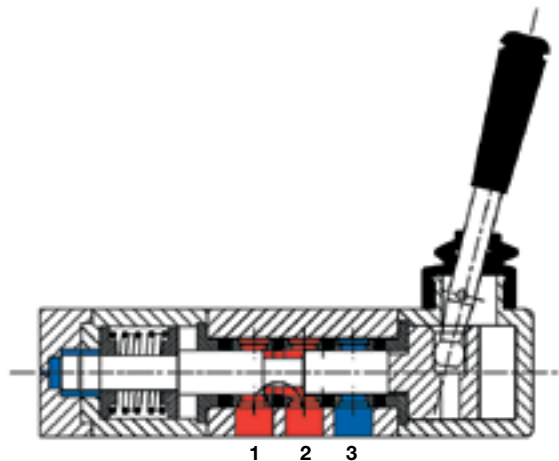
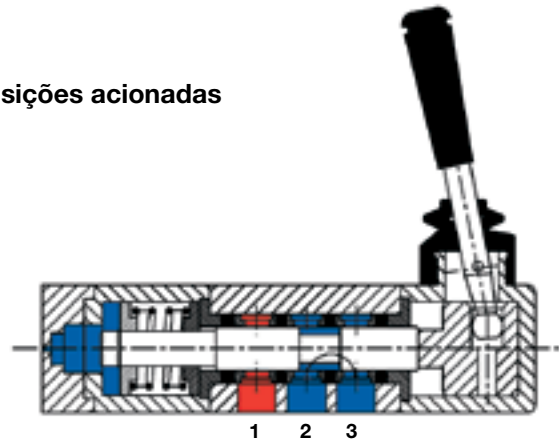
A posição neutra é conseguida por:

- **Centragem por molas ou ar comprimido**

- Eliminado o efeito sobre o acionamento, o carretel é centrado através da pressão do ar comprimido ou por força da mola, sendo mantido até que o caminho se processe.

- **Travamento**

- Utilizado geralmente com acionamento muscular.

Posições acionadas

Acionada a válvula, através de um dispositivo de esferas ou atrito, o carretel é retido na posição de manobra.

Para colocá-lo em outra posição ou no centro, é necessária a influência humana, que vence a retenção imposta, deslocando o distribuidor para a posição desejada. O mesmo critério é empregado quando são válvulas 4/3 ou 5/3.

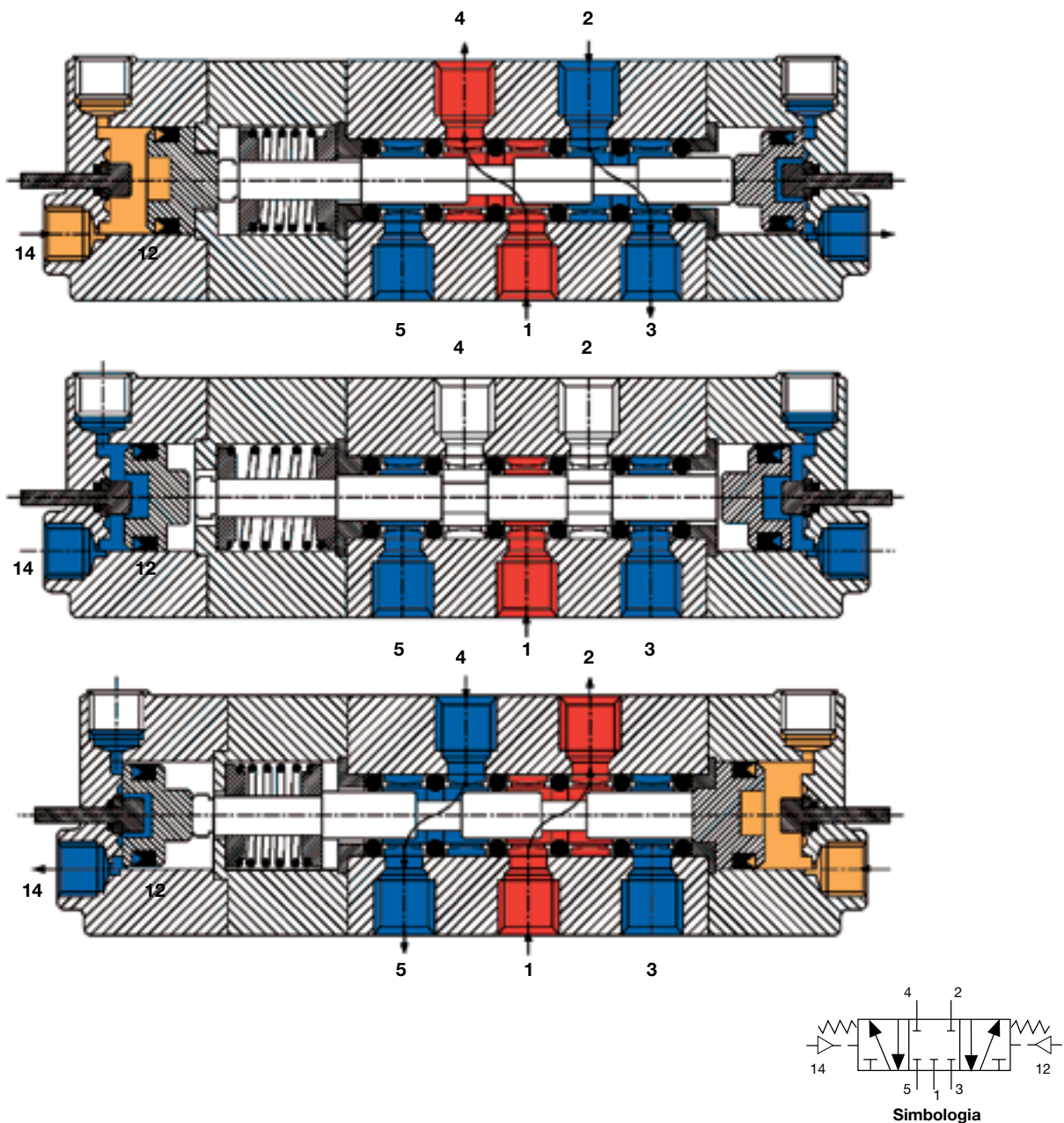
Válvula direcional de cinco vias e três posições (5/3)

Uma válvula 5/3 C.F. (centro fechado). É utilizada para impor paradas intermediárias. A válvula 5/3 C.A.N. (centro aberto negativo), onde todos os pontos de utilização estão em comunicação com a atmosfera, exceto a pressão, que é bloqueada; utilizada quando se deseja paralisar um cilindro sem resistência e selecionar direções de fluxo para circuitos.

Na válvula de 5/3 C.A.P. (centro aberto positivo), os pontos de utilização estão em comunicação com a alimentação, exceto os pontos de exaustão. Utilizada quando se deseja pressão nas duas conexões de alimentação do cilindro. A comunicação entre as conexões é conseguida através de canais internos.

Facilita a manutenção, devido a sua forma construtiva e contém uma mínima quantidade de peças facilmente substituíveis na própria instalação. Pode ser instalada em painéis com saídas laterais ou pela base e possibilita sua utilização como 3/3, efetuando-se um pequeno bloqueio com tampão em um dos pontos de utilização.

- Válvula de controle direcional 5/3, acionada por duplo piloto, centrada por mola, C.F., tipo distribuidor axial



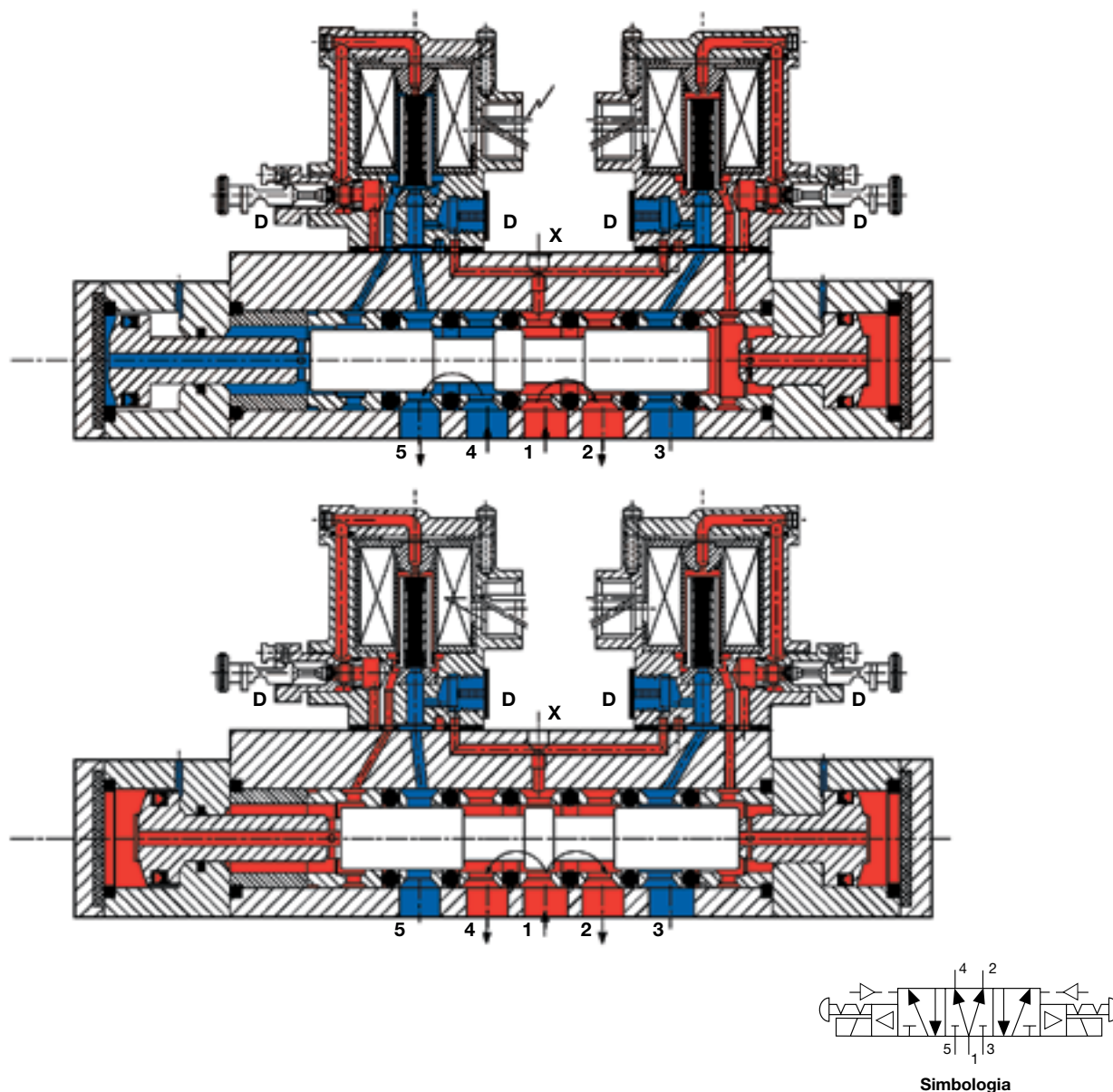
Válvula direcional de cinco vias e três posições (5/3)

Uma válvula 5/3 C.A.P. (centro aberto positivo), acionada por duplo solenóide e centrada por ar. As válvulas de centro aberto positivo, quando na posição neutra, direcionam a pressão para ambos os pontos de utilização e os escapes permanecem bloqueados.

A posição intermediária autocentrante é obtida por ar comprimido, que por orifícios internos transmite pressão aos pistões nas extremidades do distribuidor. Ao se energizar um dos solenóides, o induzido deslocado permitirá que a pressão piloto interna flua para o escape, prevalecendo a pressão piloto no lado oposto, que deslocará o distribuidor, alterando o fluxo.

Nesta posição, um dos orifícios de utilização terá fluxo em escape e a alimentação continuará a fluir para o outro orifício de utilização. Assim que o solenóide for desenergizado, o distribuidor será autocentrado. Ao energizar-se o solenóide oposto, teremos o mesmo funcionamento interno da válvula, variando o sentido de deslocamento do distribuidor e conseqüentemente o fluxo. Comandando-se um cilindro de duplo efeito, quando na posição central, a válvula formará um circuito fechado e diferencial.

- Válvula de controle direcional 5/3, acionada por duplo solenóide, centrada por ar comprimido, C.A.P., tipo distribuidor axial



Montagem de válvulas pneumáticas em bloco manifold

• Bloco manifold



Descrição

As válvulas da Série PVL apresentam dois tipos de montagem:

- Individual e manifold. Sendo que, para a montagem em manifold, estão disponíveis duas versões: sobre trilho normatizado DIN ou com fixação direta.

A montagem sobre trilho foi projetada para facilitar a instalação e manutenção, reduzindo custo. As válvulas possuem um sistema de encaixe nos tirantes, permitindo a montagem e desmontagem dos blocos de válvulas com maior rapidez. O corpo da válvula é intercambiável com os dois tipos de acionamentos (pneumático ou elétrico), proporcionando grande versatilidade ao projeto. O material utilizado no processo de fabricação da série PVL proporciona alta resistência à corrosão, seja proveniente do fluido ou do ambiente e baixo peso.

A série PVL apresenta roscas G1/4 e G1/8, acionamento elétrico ou pneumático, atuador manual incorporado no conjunto solenóide da válvula, LED indicador, supressor transientes e design moderno. As válvulas são fornecidas pré-lubrificadas, sendo que, normalmente, não é necessária lubrificação adicional. Caso seja aplicada, deverá ser mantida em regime contínuo através de um lubrificador de linha.

Características técnicas

Vias/posições	5/2
Conexão	G1/8 e G1/4
Tipo construtivo	Spool
Acionamentos	Elétrico e pneumático
Vazão a 7 bar	950 l/min (G1/8) 1820 l/min (G1/4)
Faixa de temperatura	-15°C a +60°C
Faixa de pressão	3 a 10 bar (retorno por mola ou piloto diferencial) 2 a 10 bar (retorno por piloto ou solenóide)
Cv	0,6 (G1/8) e 1,2 (G1/4)
Fluido	Ar comprimido filtrado, lubrificado ou não

Materiais

Corpo	Poliamida
Vedações	Poliuretano
Torque de aperto das conexões (máximo)	10 Nm (G1/8) 20 Nm (G1/4)
Posição de montagem	Todas as posições

Montagem

Procedimento de montagem sobre trilho

DIN

- Prender uma das placas laterais de alimentação no trilho, através dos parafusos indicados na figura abaixo.



- Colocar os tirantes em ambos os lados.

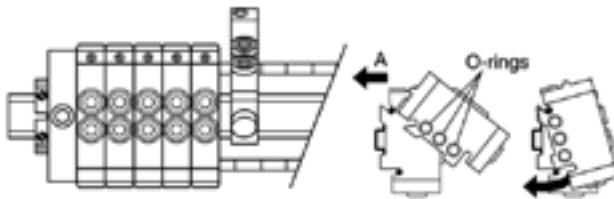
1 Módulo



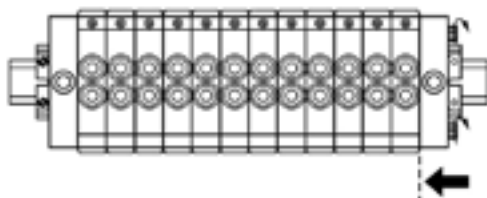
- Após os tirantes estarem todos montados, encaixe a outra placa lateral sem apertar os parafusos.



- Montar as válvulas nos tirantes conforme indicado abaixo.

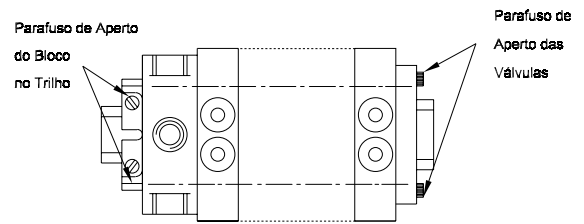


- Apertar os parafusos da placa de alimentação para fixar as válvulas e o bloco no trilho.



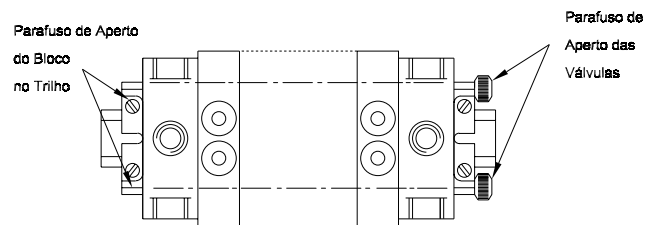
Manifold montado sobre trilho DIN

Placa lateral com simples alimentação



▷ Esta placa é utilizada para montagens de no máximo 8 válvulas.

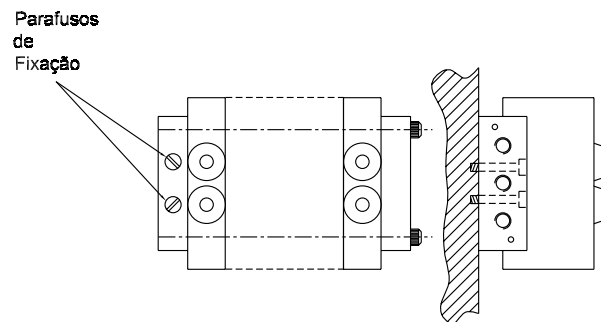
Placa lateral com dupla alimentação



▷ Esta placa é utilizada para montagens de no máximo 16 válvulas.

Manifold com fixação direta

Esta montagem não utiliza perfil, é bastante compacta e indicada para montagens com poucas válvulas (máximo 5 válvulas).



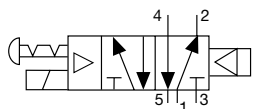
O manifold é preso diretamente através de dois furos de fixação contidos na placa lateral. As outras operações de montagem são idênticas para válvulas montadas sobre trilho DIN.

5/2 - Tipo distribuidor axial acionamento por simples solenóide indireto

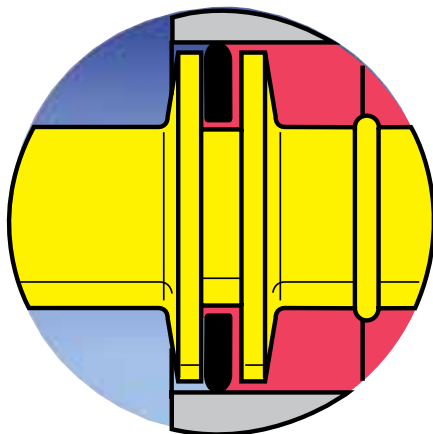
As válvulas série B, além de possuir o sistema de compensação de desgaste WCS, são indicadas para acionar cilindros de simples e dupla ação, assim como qualquer outro sistema pneumático. Esta série de válvulas se apresenta nas versões solenóide ou piloto (2 e 3 posições).

As válvulas simples solenóide/simples piloto atuam através de um sinal elétrico/pneumático contínuo, sendo que as válvulas de duplo solenóide/duplo piloto atuam por meio de sinais alternados, ou seja, uma vez eliminado o sinal elétrico/pneumático a válvula manterá a posição do último sinal, exceto as de 3 posições, onde o sinal deve ser contínuo.

• Sistema de compensação de desgaste WCS



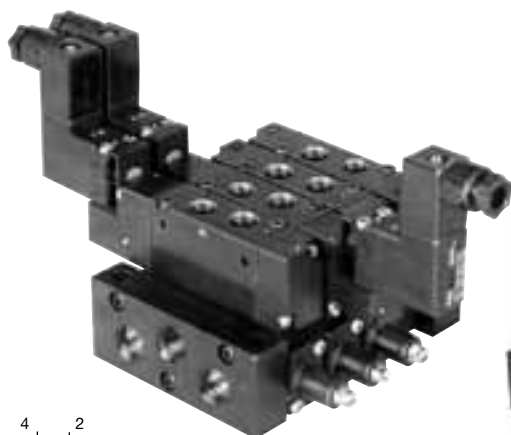
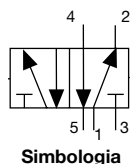
Simbologia



Vantagens do uso do sistema de compensação de desgaste WCS

- **Máximo rendimento**
 - Resposta rápida - pressão inferior de operação;
 - Baixo atrito - menos desgaste.
- **Vida útil longa**
 - Sob pressão a expansão radial das vedações ocorre para manter o contato de vedação com o orifício da válvula.
- **Regime de trabalho**
 - Trabalha sem lubrificação, não é requerida a lubrificação para válvula com mudança de posição contínua.
- **Vedação bidirecional do carretel**
 - É usado um mesmo carretel para várias pressões, incluindo vácuo.

Bloco manifold



Descrição

As válvulas série B são indicadas para acionar cilindros de simples e dupla ação, assim como qualquer outro sistema pneumático. Esta série de válvulas se apresenta nas versões solenóide ou piloto (2 e 3 posições).

As válvulas simples solenóide/simples piloto atuam através de um sinal elétrico/pneumático contínuo, sendo que as válvulas de duplo solenóide/duplo piloto atuam por meio de sinais alternados, ou seja, uma vez eliminado o sinal elétrico/pneumático a válvula manterá a posição do último sinal, exceto as de 3 posições, onde o sinal deve ser contínuo.

As bobinas desta série de válvulas trabalham com corrente alternada ou contínua, conector elétrico de acordo com a Norma DIN 43650 Forma C, baixa potência, grau de proteção IP65, atuador manual, LED indicador e supressor de transientes.

Montagem

Esta série de válvulas pode trabalhar inline ou em manifold modular, caracterizando grande flexibilidade de montagem com as seguintes vantagens: redução no custo de instalação, economia de espaço, grande flexibilidade de combinações de válvulas, melhoria no layout da instalação, escapes canalizados em ambos os lados do manifold. Conservando limpo o local onde for aplicado, os pilotos externos podem ser utilizados em aplicações com baixa pressão ou vácuo.

Características técnicas

Vias/posições	5/2 e 5/3	
Conexão	1/8", 1/4" e 3/8" NPT ou G	
Tipo construtivo	Spool	
Vazão e Cv	Vide informações adicionais	
Grau de proteção do solenóide	IP 65	
Faixa de temperatura	-10°C a +70°C (atuador pneumático) -10°C a +55°C (atuador solenóide)	
Faixa de pressão (bar) *	1,4 a 10 (5/2)	2,1 a 10 (5/3)
Pressão mínima de pilotagem (bar) **	1,4 (5/2)	2,1 (5/3)
Fluido	Ar comprimido filtrado, lubrificado ou não	

* As válvulas podem operar com pressões inferiores ou vácuo, com o suprimento externo do piloto (sob consulta).

** A pressão de pilotagem deve ser igual ou superior à pressão de alimentação, porém nunca inferior a 1,4 bar nas válvulas de duas posições (2,1 bar para 3 posições) ou superior a 10 bar para ambos os tipos de válvulas.

Materiais

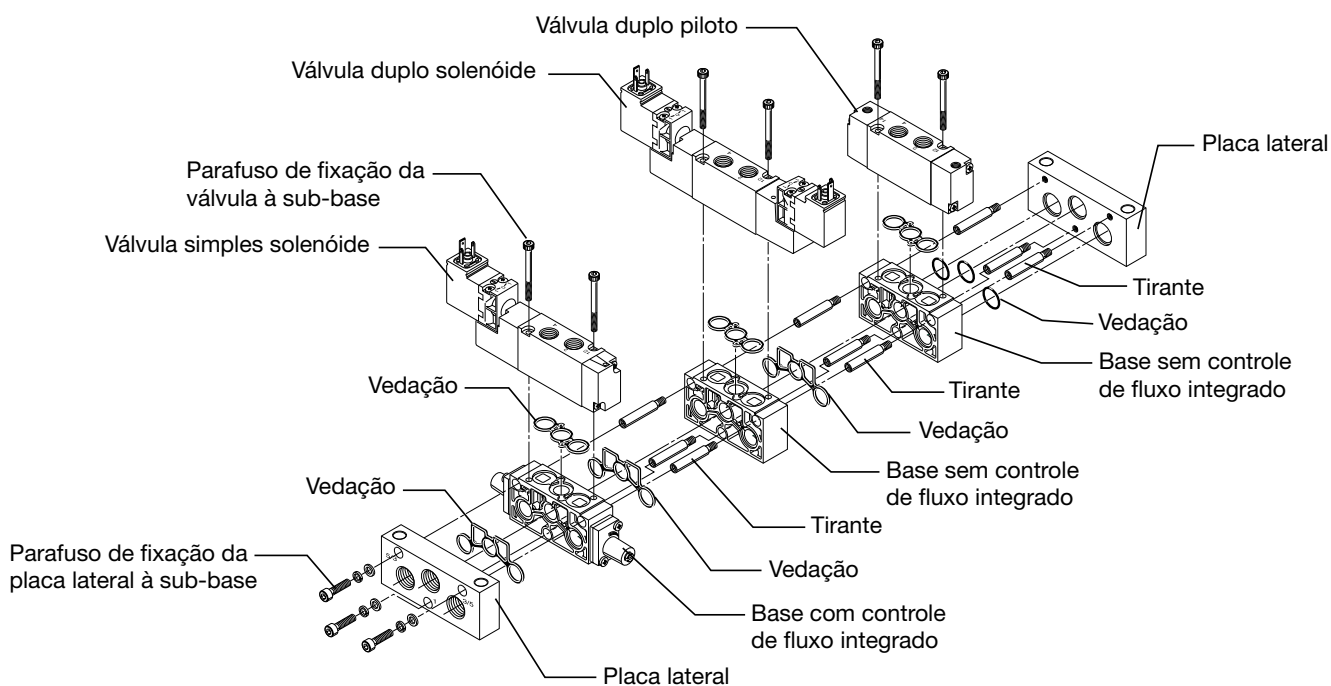
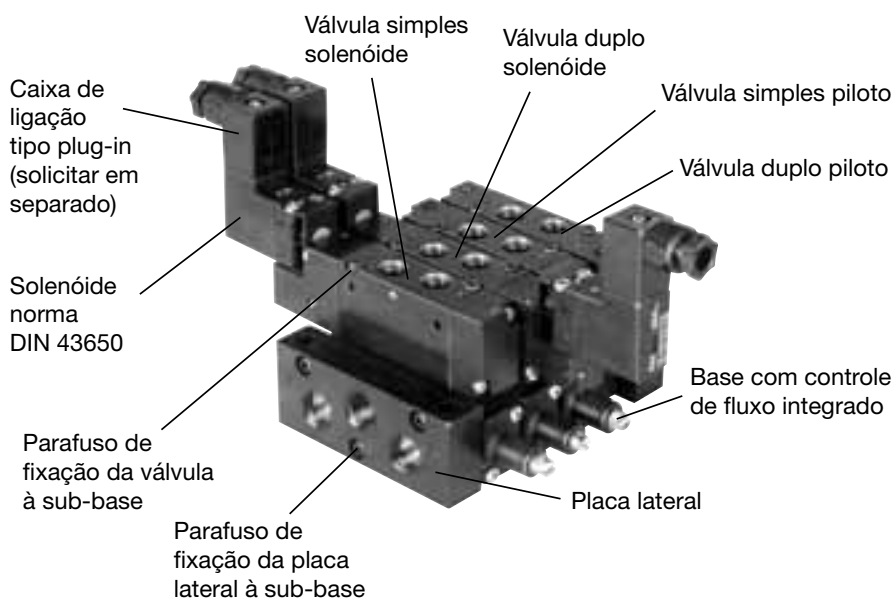
Corpo do piloto	Alumínio/acetel
Elementos de pilotagem da válvula	Acetal e poliamida
Vedações	NBR
Parafusos/mola	Aço
Corpo da válvula	Alumínio
Elementos do corpo da válvula	Alumínio e NBR

Vazão (pressão primária 7 bar)

Versão	B3		B4		B5	
	5/2 vias	5/3 vias	5/2 vias	5/3 vias	5/2 vias	5/3 vias
l/min	1187	950	1900	1742	2216	1742
Cv	0,75	0,6	1,2	1,1	1,4	1,1

Manifold modular

O sistema de manifold modular da Série B permite a montagem de diversas válvulas em um único conjunto. Cada conjunto possui um orifício de alimentação comum para todas as válvulas, dois orifícios de escapes comuns e orifícios de utilização disponíveis individualmente (orifícios 2 e 4).



Válvula direcional 5/2 com assento em cerâmica Série ISOMAX

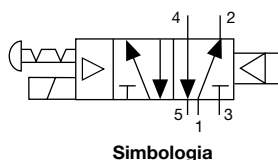
Dentre as inúmeras vantagens oferecidas pelas válvulas ISOMAX, além de atender à Norma ISO 5599-1, destacam-se o corpo em poliamida; o assento em cerâmica, que reduz os desgastes prematuros dos componentes internos, gerando menos gastos com manutenção e menos perdas nos processos produtivos; os conjuntos solenóide, Norma CNOMO 06-05-10, que dispõe de bobinas de baixa potência e o sistema non-lube que permite a sua utilização sem o uso de lubrificador de linha.

Todas essas vantagens permitem que esta série de válvulas suporte até 100 milhões de operações, livre de manutenção. As válvulas ISOMAX são apresentadas nos tamanhos 1, 2 e 3, nas versões 5/2 e 5/3 vias com todas as opções de posição central, trabalham com faixa de pressão de 2 a 12 bar, vácuo de -0,9 a 0 bar, temperatura de -10°C a 60°C e possuem alta capacidade de vazão.

- Válvula de controle direcional 5/2



- Assento em cerâmica



Características técnicas

Vias/posições	5/2 e 5/3
Conexão	G 1/4, G 3/8, G 1/2 e G 3/4
Tipo construtivo	Assento em cerâmica
Vazão a 6 bar (l/min)	1680 (ISO 1) 4320 (ISO 2) 6540 (ISO 3)
Cv	1,56 (ISO 1) 4,01 (ISO 2) 6,08 (ISO 3)
Faixa de temperatura	-10°C a +60°C
Faixa de pressão	2 a 12 bar Vácuo: -0,9 a 0 bar
Posição central (5/3)	CF - centro fechado CAN - centro aberto negativo CAP - centro aberto positivo
Fluido	Ar comprimido filtrado, lubrificado ou não

Materiais

Corpo	Poliamida
Vedação	NBR
Assento	Cerâmica

Sub-base individual VDMA 24345/ISO 5599-1



Base para manifold VDMA 24345/ISO 5599-1



Placas laterais VDMA 24345/ISO 5599-1



Válvula direcional com assento em cerâmica Série Moduflex

O Sistema Moduflex é totalmente flexível e modular. Combina, em uma mesma ilha, válvulas com funções e tamanhos diferentes adequando a cada tipo de aplicação. Estão disponíveis nas versões 3 ou 4 vias, simples ou duplo solenóide e 2 ou 3 posições.

Oferece completa possibilidade de escolha tanto de válvulas individuais, de ilha de válvulas de estrutura compacta, como de configurações de ilhas mais complexas. Os conectores elétricos podem ser independentes ou integrados, através de comunicação paralela ou serial. Os módulos periféricos acrescentam funções suplementares como controle de fluxo, regulagem de pressão e posicionamento do cilindro.



- Válvula de controle direcional 4/2



Características técnicas

Vias/posições	3/2, 4/2, 4/3
Tipo construtivo	Assento em cerâmica ou tipo spool
Vazão a 6 bar (l/min)	400 (tamanho 1) 1200 (tamanho 2)
Cv	0,38 (tamanho 1) 1,13 (tamanho 2)
Faixa de temperatura	-15°C a +60°C 0°C a 55°C (Field Bus)
Faixa de pressão	-0,9 a 8 bar
Pressão de pilotagem *	3 a 8 bar
Pilotagem	Interna para Série S, interna ou externa para Séries T e V
Escape	Todos os escapes são centralizados, incluindo o escape do piloto
Vida útil	100 milhões de operações (com ar seco, 3 Hz, 20°C a 6 bar)
Resistência à vibração	De acordo com IEC 68 - 2 - 6 2G - 2 para 150 Hz
Resistência a impacto	De acordo com IEC 68 - 2 - 7 15G- 11 ms
Fluido **	Ar, gás inerte, filtrado (40 µ), seco ou lubrificado

* Para pressões de trabalho abaixo de 3 bar, usar piloto externo, disponível em todos os módulos de alimentação.

** Filtrado (40µ): Classe 5 de acordo com ISO 8573-1.

Seco: Classe 4 de acordo com ISO 8573-1.

Lubrificado: com ar lubrificado recomendamos fornecimento do piloto externo com ar não lubrificado.

Especificações do solenóide

A fim de simplificar a escolha, a instalação e a manutenção, temos apenas um tipo de solenóide para todo o Sistema Moduflex.

- Solenóide 24 VCC, comum a todo o Sistema Moduflex

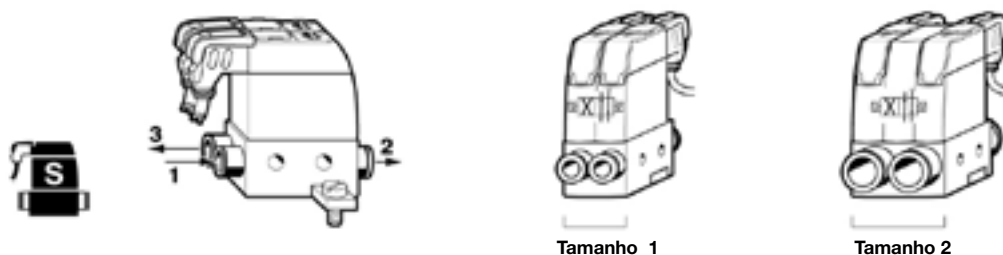


Tensão nominal da bobina	24 VCC
Varição da tensão permitida	De - 15 % a + 10 % da voltagem nominal
Conexão elétrica	Compatível com as polaridades PNP e NPN
Isolamento da bobina	Classe B
Consumo de energia	1 W (42 mA)
Atuador manual	Com ou sem trava
Tempo de resposta de toda a válvula *	9.6 ms ± 1.2 para válvula tamanho 1 duplo solenóide 4/2 vias 14.8 ms ± 2 para válvula tamanho 2 duplo solenóide 4/2 vias
Serviço	Contínuo
Proteção	De acordo com EN 60 529 Séries S e T: IP 67 Série V: IP 65

* De acordo com a Norma ISO 12238

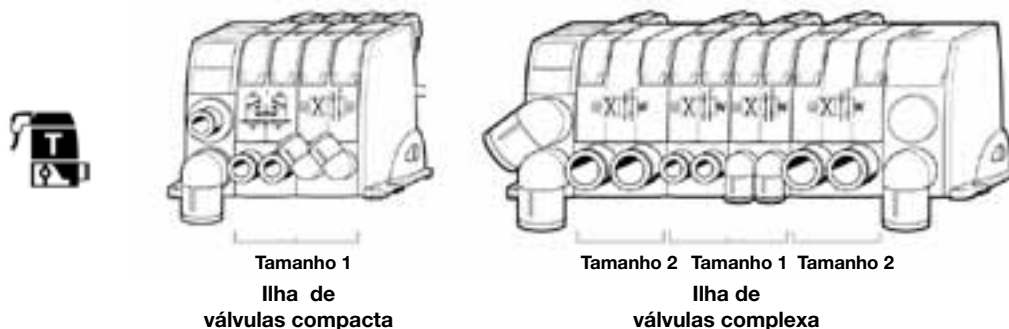
Válvulas individuais Série S

Para os cilindros isolados na máquina é preferível instalar a válvula nas suas proximidades. Dessa maneira, o módulo individual é o ideal. O tempo de resposta e o consumo de ar são reduzidos ao mínimo.



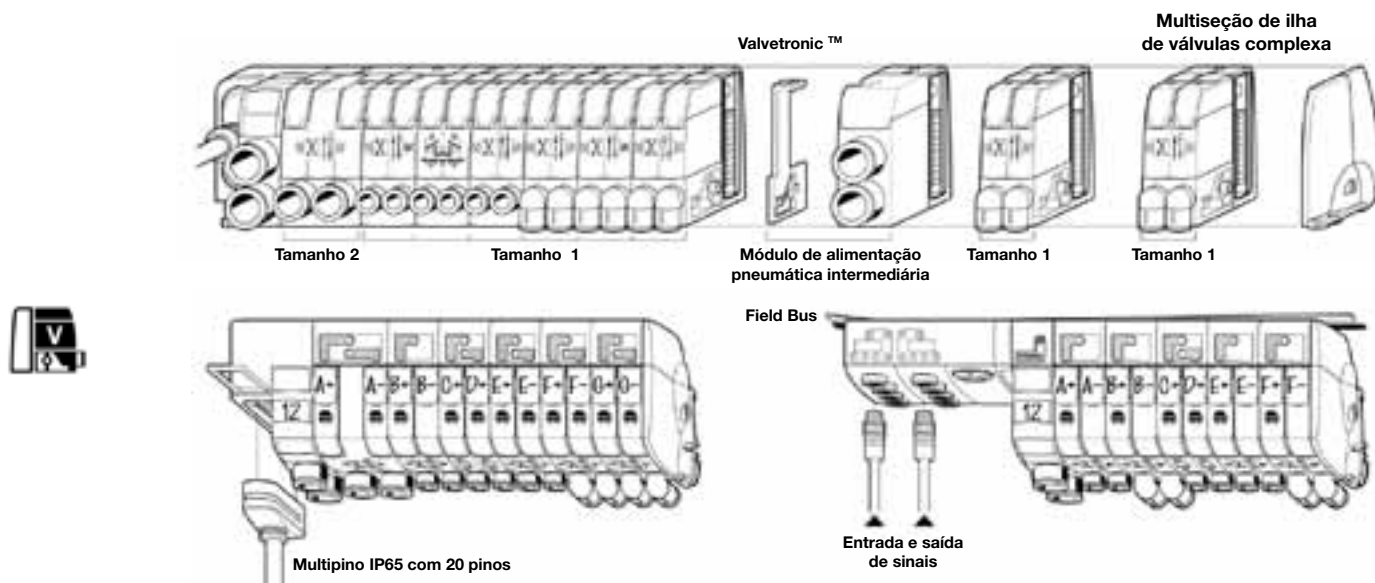
Ilhas de válvulas com conectores elétricos independentes Série T

Para grupos pequenos de cilindros, que exijam ilhas de válvulas localizadas, é conveniente utilizar ilhas com conectores elétricos independentes.



Ilha de válvulas com conectores elétricos integrados

As ilhas modulares são facilmente montadas utilizando-se a série com conectores elétricos integrados. Essas ilhas são conectadas ao PLC de controle com um cabo multipino, ou através de uma comunicação serial Field Bus.



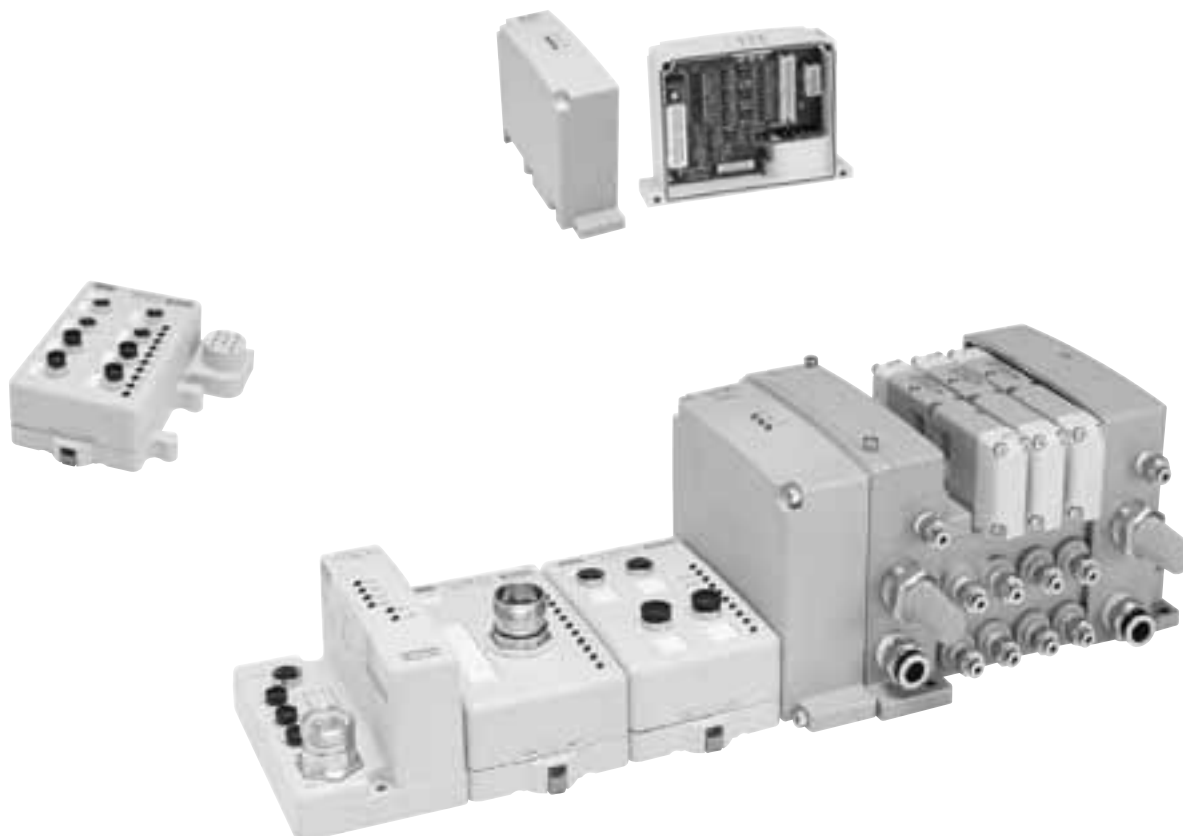
Ilha de Válvulas ISO - Série Isysnet

Sistema modular com comunicação em redes Field Bus

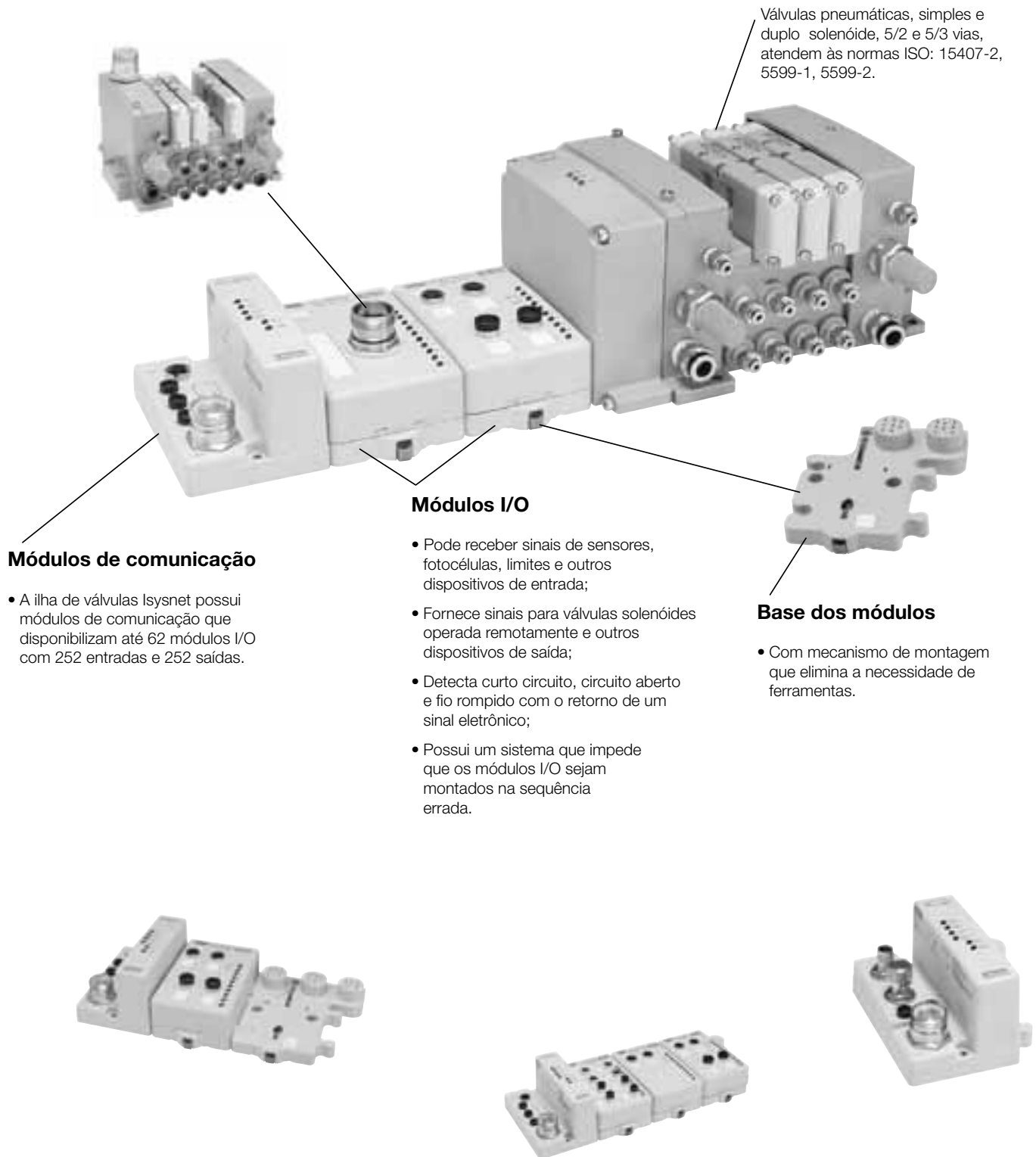
A nova ilha de válvulas ISO série Isysnet com comunicação em redes field bus permite o uso de quatro diferentes tipos de protocolos: Ethernet IP, Profibus DP, Control Net e Device Net, que disponibilizam até 62 módulos I/O com até 252 entradas e 252 saídas.

A ilha de válvulas, o módulo I/O e o módulo de comunicação, podem ser facilmente montado através de mecanismos que eliminam a necessidade de ferramentas, unindo vantagens como: rápida instalação, simplicidade de controle de automação e rápidas transmissões de dados, podendo desta forma oferecer: padronização, flexibilidade para montagem, além de poder ser controlada por diferentes tipos de CLP.

- Atendem as Normas ISO 15407-2, 5599-1 e 5599-2
- Certificações UL, C-UL e CE
- Protocolos Ethernet IP, Profibus DP, ControlNet e Device Net
- Solenóide de baixa potência
- Rápida instalação
- Simplicidade no controle de automação
- Rápidas transmissões de dados
- Padronização
- Flexibilidade para montagem
- Pode ser controlada por diferentes tipos de CLP
- Até 62 módulos I/O com até 252 entradas e 252 saídas
- Grau de proteção IP65



Sistema Modular



Válvulas pneumáticas, simples e duplo solenóide, 5/2 e 5/3 vias, atendem às normas ISO: 15407-2, 5599-1, 5599-2.

Módulos I/O

- Pode receber sinais de sensores, fotocélulas, limites e outros dispositivos de entrada;
- Fornece sinais para válvulas solenóides operada remotamente e outros dispositivos de saída;
- Detecta curto circuito, circuito aberto e fio rompido com o retorno de um sinal eletrônico;
- Possui um sistema que impede que os módulos I/O sejam montados na sequência errada.

Módulos de comunicação

- A ilha de válvulas Isysnet possui módulos de comunicação que disponibilizam até 62 módulos I/O com 252 entradas e 252 saídas.

Base dos módulos

- Com mecanismo de montagem que elimina a necessidade de ferramentas.



Válvula de retenção

Válvula de escape rápido

Elemento OU

Elemento E

Módulo de segurança bimanual

Válvulas de controle de fluxo

Válvulas de controle de pressão

Temporizador pneumático

Captador de queda de pressão

Contador pneumático

Sensor de alívio

Sensor fluídico de proximidade



Válvulas Auxiliares

Válvulas de retenção

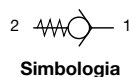
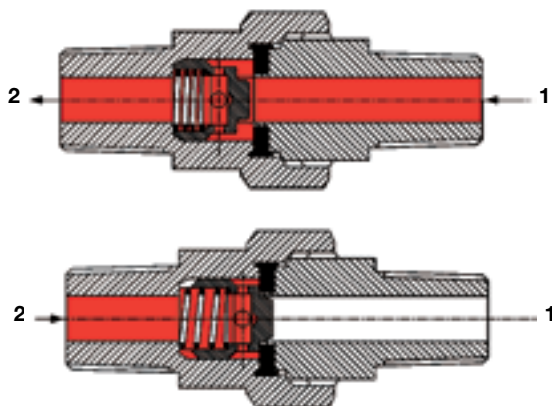
Impedem o fluxo de ar comprimido em um sentido determinado, possibilitando livre fluxo no sentido oposto.

Válvula de retenção com mola

Um cone é mantido inicialmente contra seu assento pela força de uma mola. Orientando-se o fluxo no sentido favorável de passagem, o cone é deslocado do assento, causando a compressão da mola e possibilitando a passagem do ar.

A existência da mola no interior da válvula requer um maior esforço na abertura para vencer a contrapressão imposta. Mas nas válvulas, de modo geral, esta contrapressão é pequena, para evitar o máximo de perda, razão pela qual não devem ser substituídas aleatoriamente.

• Válvula de retenção com mola



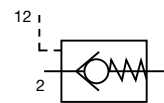
Simbologia

As válvulas de retenção geralmente são empregadas em automatização de levantamento de peso, em lugares onde um componente não deve influir sobre o outro, etc.

Válvula de retenção sem mola

É outra versão da válvula de retenção citada anteriormente. O bloqueio, no sentido contrário ao favorável, não conta com o auxílio de mola. Ele é feito pela própria pressão de ar comprimido.

Válvula de retenção pilotada



Simbologia

Características técnicas

Conexão	1/8" e 1/4" G
Vazão	500 l/min
Faixa de temperatura	-10°C a +80°C
Faixa de pressão	0 a 10 bar
Fluido	Ar comprimido filtrado

Materiais

Corpo	Alumínio
Vedações	NBR

Descrição

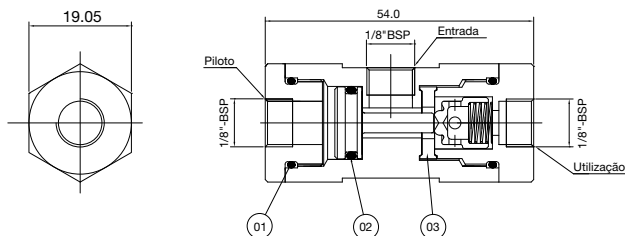
A válvula de retenção pilotada pode ser montada na saída do cabeçote do cilindro, permitindo o movimento da haste somente quando a válvula de retenção estiver recebendo sinal pneumático no piloto.

Caso haja a interrupção do sinal pneumático no piloto, a função de retenção da válvula entra em ação, impedindo o movimento da haste, proporcionando assim paradas intermediárias da haste em qualquer posição do curso.

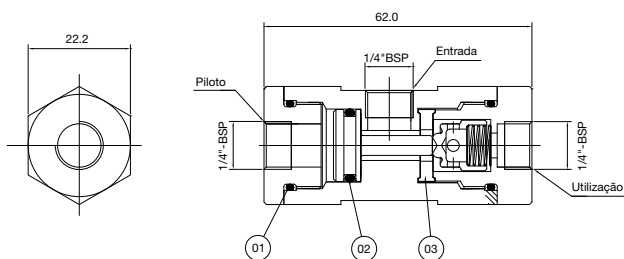
Suas principais vantagens: compacta e leve, permite paradas intermediárias da haste do cilindro é ideal para lógica pneumática com funções de segurança.

Dimensões

1/8" BSP
 7600-234

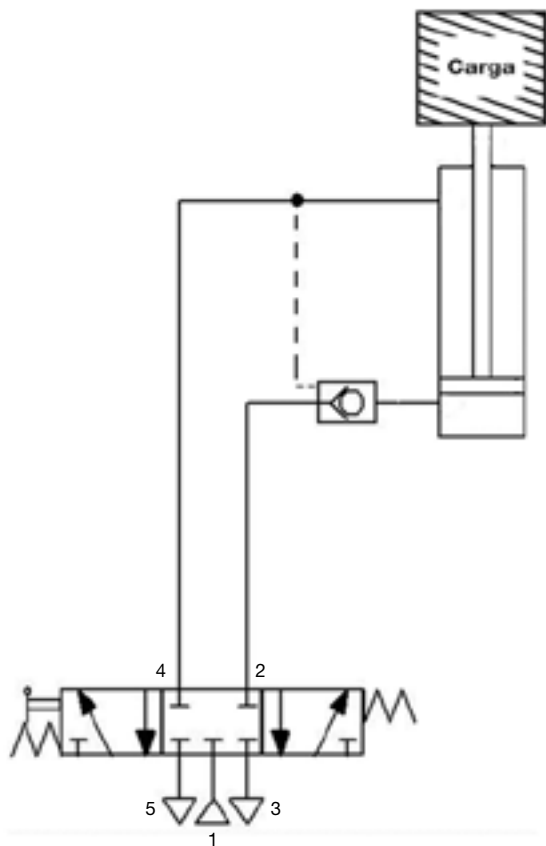


1/4" BSP
 7600-367



Exemplo de aplicação

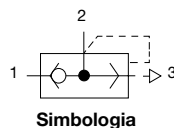
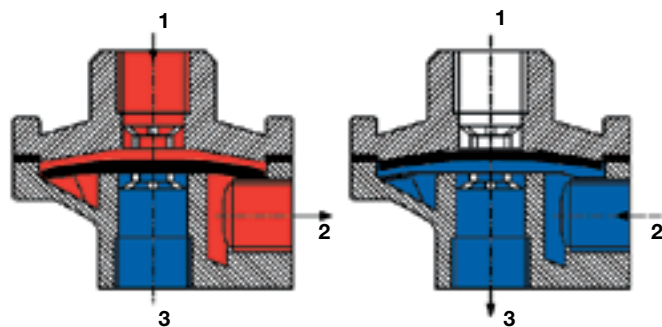
- Circuito para sustentação de cargas



Válvula de escape rápido

Quando se necessita obter velocidade superior àquela normalmente desenvolvida por um pistão de cilindro, é utilizada a válvula de escape rápido. Para um movimento rápido do pistão, o fator determinante é a velocidade de escape do ar contido no interior do cilindro, já que a pressão em uma das câmaras deve ter caído apreciavelmente, antes que a pressão no lado oposto aumente o suficiente para ultrapassá-la, além de impulsionar o ar residual através da tubulação secundária e válvulas. Utilizando-se a válvula de escape rápido, a pressão no interior da câmara cai bruscamente; a resistência oferecida pelo ar residual (que é empurrado) é reduzidíssima e o ar flui diretamente para a atmosfera, percorrendo somente um niple que liga a válvula ao cilindro. Ele não percorre a tubulação que faz a sua alimentação.

- Válvula de escape rápido



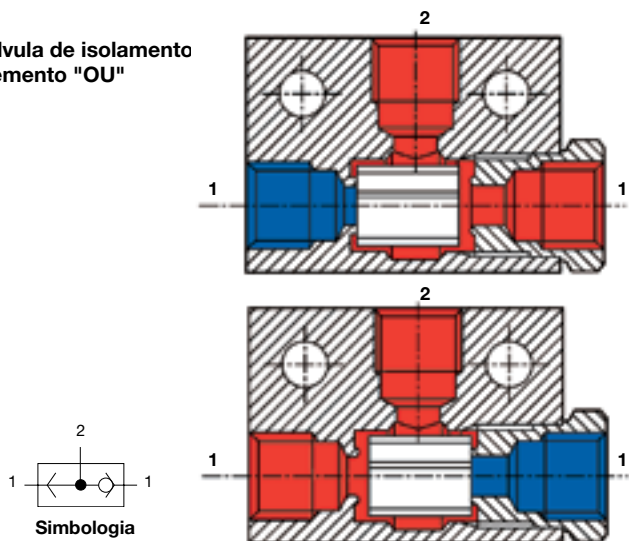
Alimentada pela válvula direcional que comanda o cilindro, o ar comprimido proveniente comprime uma membrana contra uma sede, onde se localiza o escape, libera uma passagem até o ponto de utilização e atua em sua parte oposta, tentando deslocá-la da sede inutilmente, pois uma diferença de forças gerada pela atuação da mesma pressão, em áreas diferentes, impede o deslocamento.

Cessada a pressão de entrada, a membrana é deslocada da sede do escape, passando a vedar a entrada. Esta movimentação é causada pelo ar contido na câmara do cilindro, que influencia a superfície inferior em relação à entrada e a desloca, pois não encontra a resistência superior oferecida pela pressão. Com o deslocamento da membrana, o escape fica livre e o ar é expulso rapidamente, fazendo com que o pistão adquira alta velocidade. Os jatos de exaustão são desagradavelmente ruidosos. Para se evitar a poluição sonora, devem ser utilizados silenciadores.

Elemento OU (válvula de isolamento)

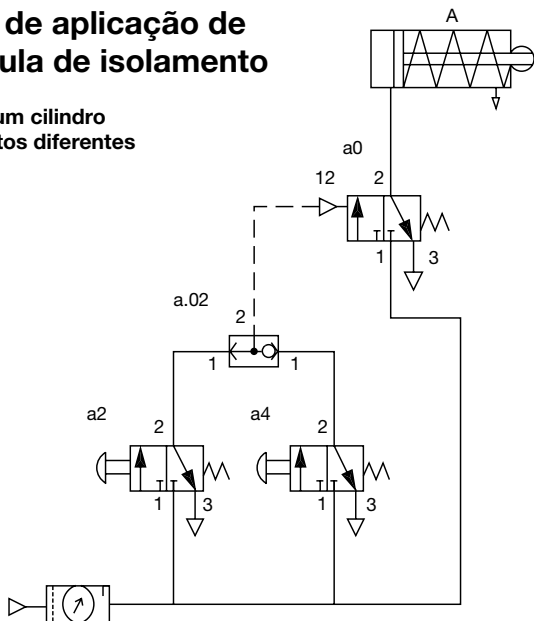
Dotada de três orifícios no corpo: duas entradas de pressão e um ponto de utilização. Enviando-se um sinal por uma das entradas, a entrada oposta é automaticamente vedada e o sinal emitido flui até a saída de utilização. O ar que foi utilizado retorna pelo mesmo caminho. Uma vez cortado o fornecimento, o elemento seletor interno permanece na posição, em função do último sinal emitido. Havendo coincidência de sinais em ambas as entradas, prevalecerá o sinal que primeiro atingir a válvula, no caso de pressões iguais. Com pressões diferentes, a maior pressão dentro de uma certa relação passará ao ponto de utilização, impondo bloqueio na pressão de menor intensidade. Muito utilizada quando há necessidade de enviar sinais a um ponto comum, proveniente de locais diferentes no circuito.

- Válvula de isolamento elemento "OU"



Exemplo de aplicação de uma válvula de isolamento

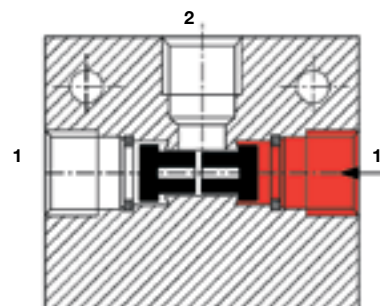
- Comandar um cilindro de dois pontos diferentes



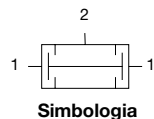
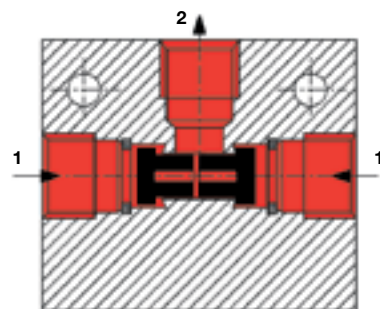
Elemento E (válvula de simultaneidade)

Assim como na válvula de isolamento, também possui três orifícios no corpo. A diferença se dá em função de que o ponto de utilização será atingido pelo ar, quando duas pressões, simultaneamente ou não, chegarem nas entradas. A que primeiro chegar, ou ainda a de menor pressão, se autobloqueará, dando passagem para o outro sinal. São utilizadas em funções lógicas "E", bimanuais simples ou garantias de que um determinado sinal só ocorra após, necessariamente, dois pontos estarem pressurizados.

- O primeiro sinal se autobloqueará...

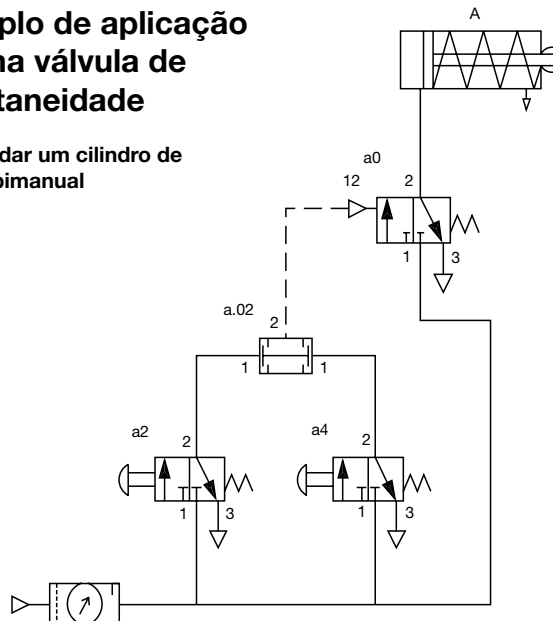


- ... Para que, somente quando houver o segundo sinal, haja alimentação na saída



Exemplo de aplicação de uma válvula de simultaneidade

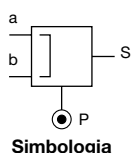
- Comandar um cilindro de forma bimanual



Módulo de segurança bimanual



Módulo de segurança bimanual



Simbologia



Comando bimanual

Este módulo de segurança bimanual produz envio de um sinal pneumático, através de sinais aplicados em 2 pontos de entrada A e B, dentro de um intervalo de tempo menor que 0,3 segundos.

Os comandos bimanuais pneumáticos, com botão de emergência acoplado da Parker, são indicados para uso em máquinas ou dispositivos onde o acionamento dos mesmos possa levar riscos ao operador.

Este módulo é indispensável para proteção das mãos do operador, para qualquer máquina potencialmente perigosa ou estação de trabalho:

- Onde há necessidade de envio de sinais com acionamento simultâneo de controles manuais.
- Se existir o movimento de um cilindro causando perigo ao operador, o sinal de saída S pode comandar diretamente a válvula de controle direcional do cilindro.
- Se, de outra forma, diversos movimentos no ciclo de uma máquina são perigosos, o sinal de saída S fornecido pelo módulo de segurança é usado pelo circuito sequenciador em proteção ao operador de todos os passos perigosos.

Funcionamento

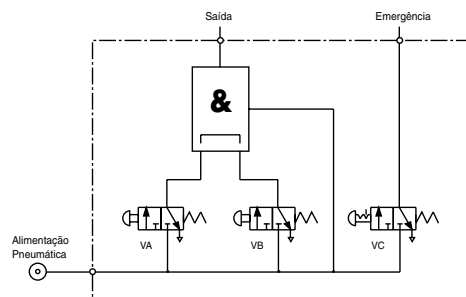
Quando o operador aciona o controle manual A ou B, ou os dois controles mas com uma diferença de tempo excedendo 0,3 segundos, o sinal de saída S não ocorre.

Só ocorrerá o sinal de saída S se houver um acionamento simultâneo (menor que 0,3 segundos) pelo operador em ambos os controles A e B.

O sinal de saída S ocorre se o pórtico P for alimentado, e este sinal desaparecerá se a alimentação P for cortada.

Se por qualquer causa desaparecer o sinal de S, o reacionamento simultâneo de A e B é necessário para o restabelecimento do sinal de saída S.

Esquema pneumático



Válvulas de controle de fluxo



Em alguns casos, é necessária a diminuição da quantidade de ar que passa através de uma tubulação, o que é muito utilizado quando se necessita regular a velocidade de um cilindro ou formar condições de temporização pneumática.

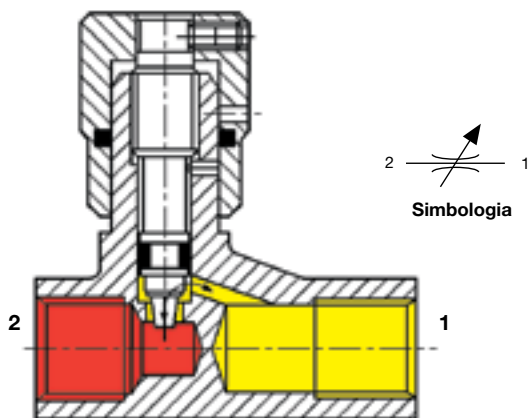
Quando se necessita influenciar o fluxo de ar comprimido, este tipo de válvula é a solução ideal, podendo ser fixa ou variável, unidirecional ou bidirecional.

Válvula de controle de fluxo variável bidirecional

Muitas vezes, o ar que passa através de uma válvula controladora de fluxo tem que ser variável conforme as necessidades.

Observe a figura, a quantidade de ar que entra por 1 ou 2 é controlada através do parafuso cônico, em relação à sua proximidade ou afastamento do assento. Consequentemente, é permitido um maior ou menor fluxo de passagem.

- Válvula de controle de fluxo variável bidirecional



Válvula de controle de fluxo unidirecional

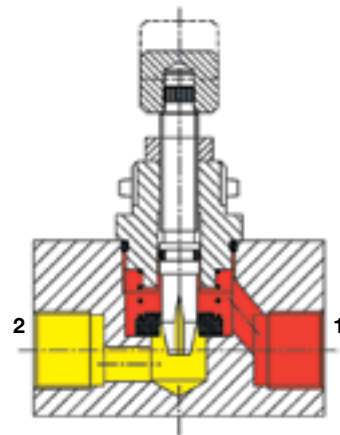
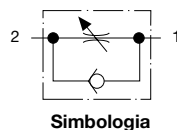
Algumas normas classificam esta válvula, no grupo de válvulas de bloqueio, por ser híbrida, ou seja, num único corpo unem-se uma válvula de retenção com ou sem mola e, em paralelo, um dispositivo de controle de fluxo, compondo uma válvula de controle unidirecional.

Possui duas condições distintas em relação ao fluxo de ar

Fluxo controlado

Em um sentido pré-fixado, o ar comprimido é bloqueado pela válvula de retenção, sendo obrigado a passar restringido pelo ajuste fixado no dispositivo de controle.

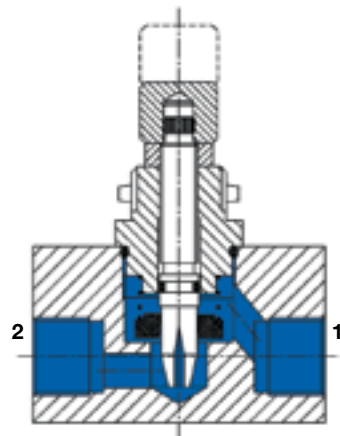
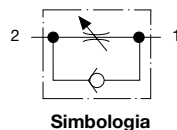
- Válvula de controle de fluxo variável unidirecional



Fluxo livre

No sentido oposto ao mencionado anteriormente, o ar possui livre vazão pela válvula de retenção, embora uma pequena quantidade passe através do dispositivo, favorecendo o fluxo.

- Válvula de controle de fluxo variável unidirecional



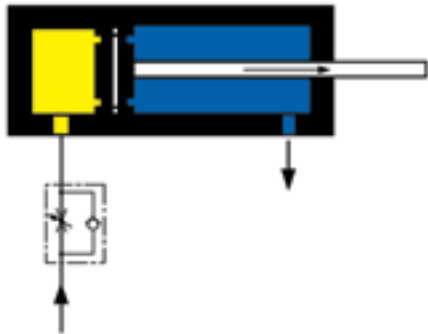
Estando o dispositivo de ajuste totalmente cerrado, esta válvula passa a funcionar como uma válvula de retenção. Quando se desejam ajustes finos, o elemento de controle de fluxo é dotado de uma rosca micrométrica que permite este ajuste.

Controle de velocidade de um cilindro

Controle de velocidade pelo ar de entrada

O deslocamento do pistão num cilindro ocorre em função da vazão de alimentação. É intuitivo, portanto, para se poder controlar a velocidade de deslocamento é necessário influenciar a vazão. Neste método, o fluxo de alimentação do equipamento de trabalho é controlado, enquanto que o ar contido no seu interior é expulso livremente para a atmosfera.

- Controle de velocidade pelo ar de entrada



A entrada pode ser restringida através de uma válvula de controle de fluxo. A pressão na câmara (1) aumentará até o valor necessário para vencer as resistências impostas ao movimento e deslocar o pistão. Com o avanço, a câmara (1) aumenta de volume e, como consequência, a pressão diminui, impedindo o avanço do pistão por falta de força. Após um curto período de parada, a pressão atinge o valor requerido para o movimento. Novo avanço é efetuado, cai a pressão... E assim sucessivamente até o término do curso. Num cilindro posicionado horizontalmente, que empurra uma carga, com o controle na entrada, ao ser comandado, o pistão começa a se mover e inicia o avanço com velocidade mais ou menos constante, determinada pela vazão do ar. Quando aparece uma resistência extra, o pistão reduz a velocidade ou pára, até que a pressão cresça o suficiente para vencê-la. Se a resistência for removida, o pistão acelerará ou mesmo saltará subitamente para frente. Além do que, se uma carga possuir movimento no mesmo sentido do pistão, provocará uma aceleração, impondo uma velocidade acima da ajustada. Este modo de controle de velocidade determinará um movimento irregular do pistão, geralmente prejudicial ao excelente funcionamento do equipamento. O controle de entrada é empregado em casos excepcionais, como por exemplo nos cilindros de simples ação ou ainda em um cilindro posicionado na vertical, onde as condições são diferentes. A resistência resultará principalmente de um peso à força de mola e não de fricção da carga. Neste caso, uma certa quantidade de contrapressão será benéfica e melhores resultados serão obtidos se for utilizado o controle de entrada.

Controle de velocidade pelo ar de saída

De tudo o que foi mencionado sobre o controle de velocidade pela entrada do ar, viu-se que a tendência para uniformidade da velocidade de deslocamento depende, principalmente, da variação da força resistente.

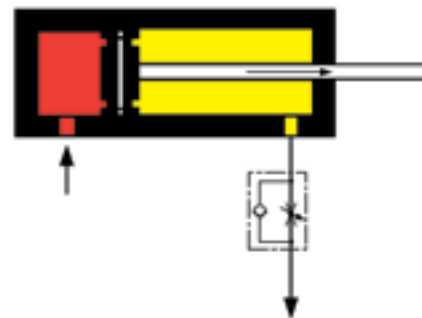
É necessário encontrar o método para fazer com que esta força seja a mais uniforme possível. São requeridos, no campo industrial, valores na precisão de deslocamento cada vez mais constantes.

Sem um grau de precisão exato, pensou-se em utilizar o sistema de controle de velocidade, influenciando-se, assim, o fluxo de saída do cilindro. Seu princípio consiste em efetuar o controle de fluxo somente na saída do ar contido no cilindro, enquanto a câmara oposta recebe fluxo livre. Controlando o ar na saída do cilindro, é possível eliminar o movimento irregular do pistão.

O ar comprimido entra na câmara (1) com toda a intensidade de pressão, exercendo força sobre o êmbolo (2). O ar confinado na câmara (3), escapará pela válvula de controle de fluxo, determinando, assim, um avanço com velocidade mais uniforme que o método anterior.

Isto é conseguido porque o êmbolo é mantido entre os dois volumes de ar comprimido, o de entrada (câmara 1) e o que está saindo (câmara 3), formando uma contrapressão e oferecendo uma resistência contínua ao movimento.

- Controle de velocidade pelo ar de saída

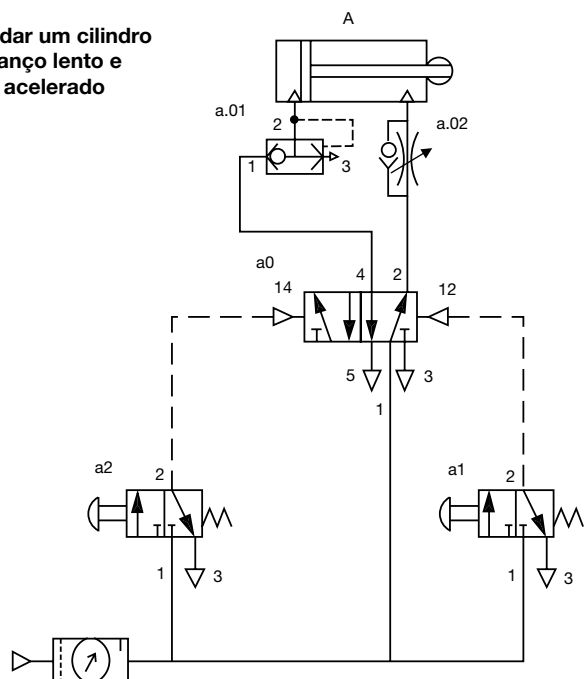


Deve ser lembrado ainda que a força oferecida pelo atrito estático é maior que a força oferecida pelo atrito dinâmico ($F_{atd} > F_{atd}$).

Mais uma razão para se efetuar o controle da saída do ar na câmara (3) para que, quando a pressão do ar vencer as forças resistentes, a haste do cilindro não sofra um impulso repentino e se desloque normalmente.

Exemplo de aplicação de uma válvula de controle de fluxo e escape rápido

- Comandar um cilindro com avanço lento e retorno acelerado



Válvulas de controle de pressão

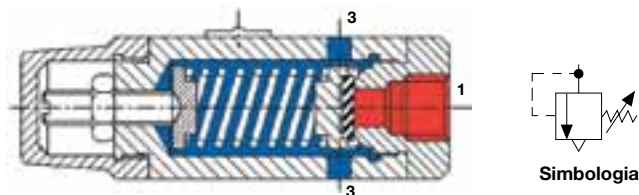
Tem por função influenciar ou serem influenciadas pela intensidade de pressão de um sistema.

Tipos de válvulas de controle de pressão

Válvula de alívio

Limita a pressão de um reservatório, compressor, linha de pressão, etc., evitando a sua elevação além de um ponto ideal admissível. Uma pressão predeterminada é ajustada através de uma mola calibrada, que é comprimida por um parafuso, transmitindo sua força sobre um êmbolo e mantendo-o contra uma sede.

- Válvula de alívio

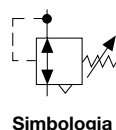
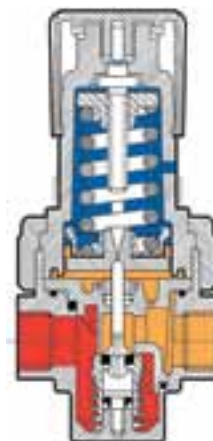


Ocorrendo um aumento de pressão no sistema, o êmbolo é deslocado de sua sede, comprimindo a mola e permitindo contato da parte pressurizada com a atmosfera através de uma série de orifícios por onde é expulsa a pressão excedente.

Alcançando o valor de regulagem, a mola recoloca automaticamente o êmbolo na posição inicial, vedando os orifícios de escape.

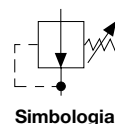
Válvula reguladora de pressão com escape

Esta válvula mantém constante a pressão de trabalho de acordo com a pressão pré-ajustada, independente das flutuações da pressão de entrada. A pressão de entrada deve ser sempre maior que a pressão de saída, para garantir o perfeito funcionamento e a pressão de saída (trabalho) constante. O funcionamento (operação) desta válvula está descrito no capítulo Unidade de condicionamento (Lubrefil).



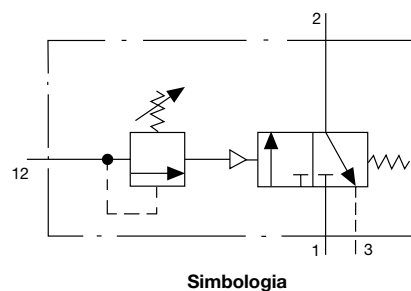
Válvula reguladora de pressão sem escape

Esta válvula não permite escape de ar quando houver um aumento na pressão na saída. O diafragma não tem orifício de sangria. A pressão de trabalho deve apresentar um consumo para que a regulagem seja efetuada e voltar a fluir o ar do lado da entrada.



Válvula de sequência

É uma válvula 3/2 vias com acionamento piloto por uma pressão pré-ajustada. A abertura da válvula é feita quando a pressão do piloto for maior que o valor pré-ajustado. Esta válvula tem a função de fim de curso, em comandos pneumáticos que tenham necessidade de um valor da pressão mínima de trabalho (comandos pneumáticos em função da pressão).



Válvula proporcional reguladora de pressão séries P3HPA e P3KNA



Descrição

Compacta e leve, a válvula proporcional reguladora de pressão P3HPA e P3KNA tem como principal função regular rapidamente, e com precisão, a pressão de utilização.

Perfeita em sistemas onde se deseja um contínuo controle de pressão, independente dos efeitos que podem interferir na pressão de saída, tais como variações de fluxo, pressão de entrada, pressão de retorno, etc.

Possui um sistema integrado que controla a pressão de saída proporcionalmente a um sinal de controle analógico, através de tensão ou corrente, com excelente precisão obtida através de um sensor de pressão integrado que atualiza os valores de pressão modulada, através de um amplificador diferencial.

Possui um display com LED de alta visibilidade que indica a pressão de saída e alertas de segurança. Configurações podem ser realizadas facilmente através dos controles localizados na parte frontal da válvula. Baixo consumo de energia e nenhuma perda de ar quando estabilizada a pressão de saída.

Trabalha com tensão de 24 VCC e sinal de controle através de tensão (0 a 10 V) ou corrente (4 a 20 mA), que modula proporcionalmente a pressão de saída na escala de 0 a 10 bar.

Principais aplicações

Indústria em geral

A capacidade de controlar e de, manualmente, mudar os parâmetros, faz da P3HPA e P3KNA um produto essencial para os diversos requisitos da indústria.

As aplicações para essa tecnologia são ilimitadas: controle remoto de pressões, programação de processos, controle e regulagem de forças, rotações, velocidades, dosagem, posicionamento, etc.

Automação

No campo geral de automação, o controle de processos ou movimento via sinais eletrônicos é de fundamental importância.

A P3HPA e P3KNA proporciona a facilidade de incorporar um controle preciso de pressão no sistema de controle e automação, podendo ser utilizada em aplicações como *pick and place* (manipulação rápida de materiais).

Automobilística

Aplicações para este inovador produto na indústria automobilística podem ser vistas com maior abrangência na linha de produção, como exemplo o controle da solda efetuada pelos robôs, com a regulagem de pressão e controle de forças diferentes em cada ponto de solda.

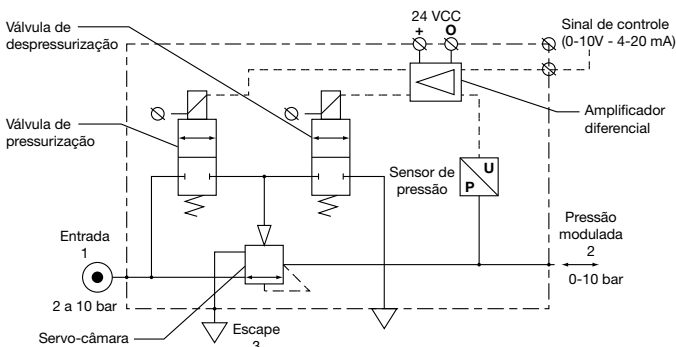
Também pode ser implantada em linhas de pintura e lava rápidos.

Características técnicas

Conexão	1/4" e 1/2" G (BSP)
Faixa de temperatura	0°C a 50°C
Pressão de entrada	2 a 10 bar
Pressão de utilização	0 a 10 bar
Histerese	1,1% da escala total
Linearidade	< 0,3% da escala total
Tensão de alimentação	24 VCC + 10%
Consumo de energia	1,1 W
Sinal de controle (analógico)	0 a 10 V 4 a 20 mA
Grau de proteção	IP65
Conformidade	CE, EMC (89/336/EEC)
Tipos de montagem	Trilho DIN e cantoneiras
Fluido	Ar comprimido, lubrificado ou não e gases inertes filtrados a 40 micra

Informações adicionais

Diagrama de bloco



Modo de segurança

Se a tensão de alimentação cair abaixo de 19 VCC, ou se houver parada de energia, o sistema eletrônico automaticamente entra em modo de segurança e a última pressão de saída é mantida em operação.

Quando restabelecida a energia, a válvula sai do modo de segurança e, imediatamente, a pressão de saída segue o sinal de controle correspondente.

Configuração

Pode-se obter várias configurações através de seus comandos, tais como: sinais de controle (tensão ou corrente), unidade de medida (bar ou psi), pressões mínimas e máximas de operação, etc.

Proteção (sinais de entrada)

Previne a queima de componentes internos devido ao sinal de entrada incorreto, sendo ele tensão de alimentação ou sinal de controle.

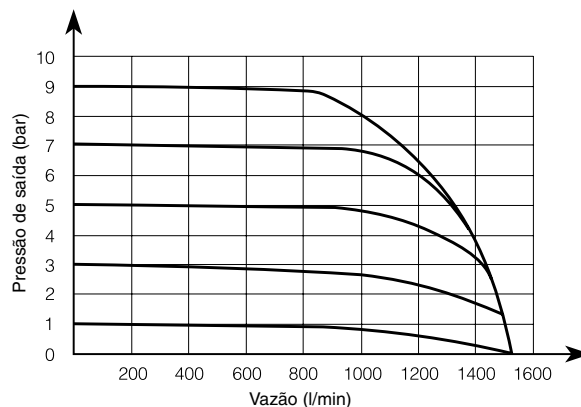
Quando a tensão de alimentação de 24 VCC estiver incorreta, o display irá indicar "OL", indicação de sobrecarga (Overload). É preciso voltar a ligar a válvula com a correta tensão para que ela volte a funcionar normalmente. A indicação "OL" irá aparecer também em caso de sinal de controle incorreto, sendo ele diferente de 0 a 10 V ou de 4 a 20 mA.

Feed-Back

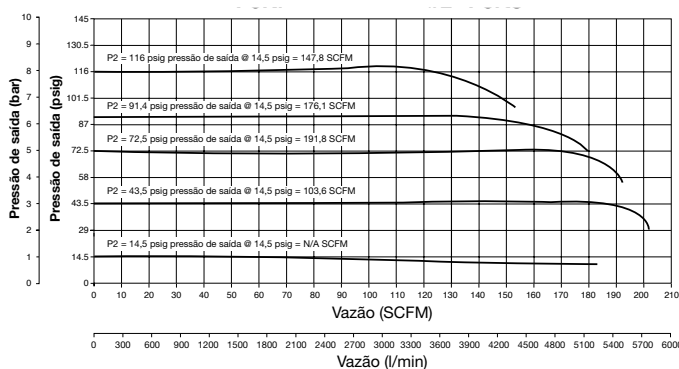
Através dos comandos de configuração da válvula é possível obter um sinal de saída digital PNP ou NPN e analógico de 0 a 10 V ou de 4 a 20 mA.

Características de vazão

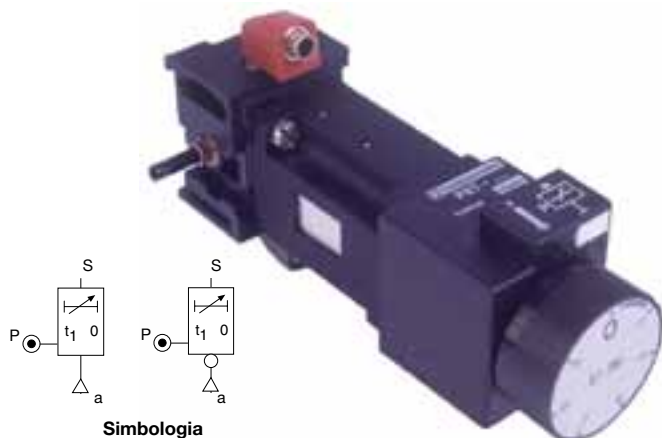
Série P3HPA



Série P3KNA



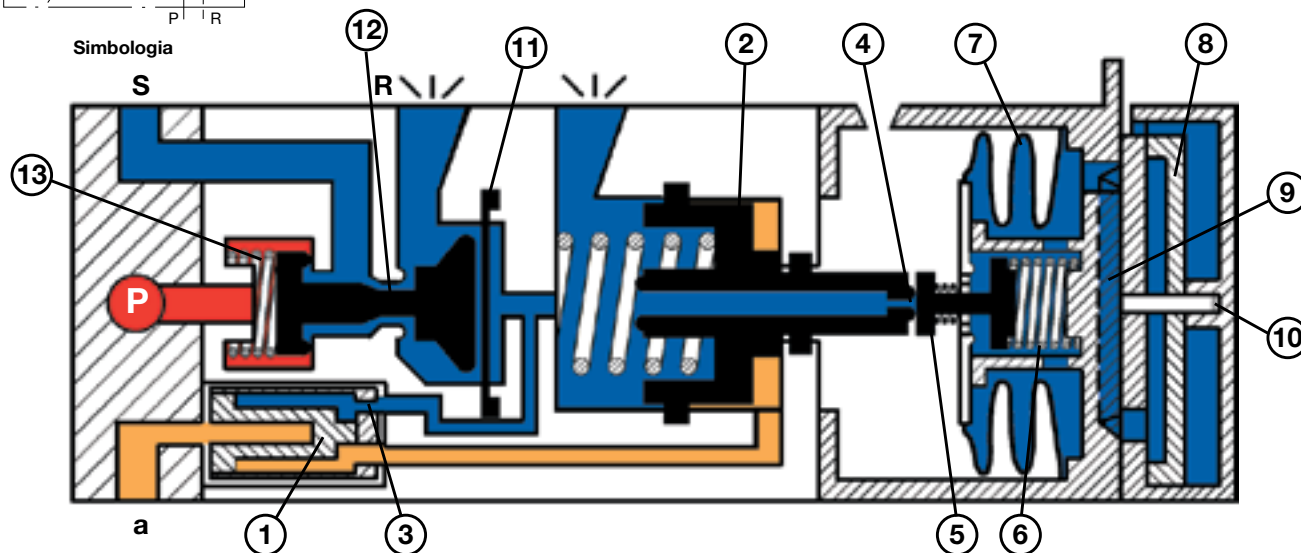
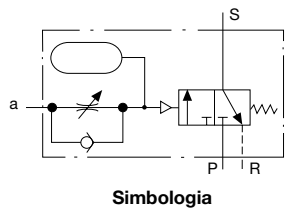
Temporizador pneumático



Este temporizador permite o retardo de um sinal pneumático; um período de tempo ajustável que passa entre o aparecimento do sinal de controle pneumático e o sinal de saída. O ajuste é através da rotação do botão graduado, a faixa de ajuste é completada por uma revolução completa do botão. Faixas de ajuste de temporização de 0 a 3 s, 0 a 30 s e 0 a 180 s.

Funcionamento

O funcionamento é totalmente pneumático. O ar usado para a função de retardo é atmosférico e não ar de suprimento. Desta maneira, o retardo não é variado de acordo com a pressão, temperatura, umidade ou por impurezas no ar comprimido. Há temporizador NF (normal fechado) e NA (normal aberto).



Descrição de funcionamento de um temporizador NF

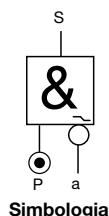
O início da temporização se dá quando houver um sinal de controle na sub-base em "a", este passa pelo filtro 1 e atua no pistão 2, o mesmo se retrai e inicia a temporização. No mesmo tempo, o sinal de controle passa pelo giclê 3 e entra em exaustão pelo orifício sensor 4. Na temporização, o elemento de retardo pneumático que está apoiado no pistão 2 é liberado, transmitindo este mesmo movimento para a válvula poppet 5, ocorrendo uma movimentação do conjunto correspondente à regulagem requerida de temporização.

Após o fechamento da válvula poppet 5, a mola 6 causa a expansão do diafragma 7, aspirando ar atmosférico através do filtro 8 e do canal circular 9. Dependendo do ângulo x ajustado no botão de regulagem 10, este caminho pode ser curto ou longo, dependendo desta forma do ajuste feito.

- Se o ajuste do ângulo x é pequeno, a temporização é curta.
- Se o ajuste do ângulo x for grande, a temporização é longa.

No final da temporização a válvula poppet 5 volta a bloquear a exaustão do orifício sensor 4, que causa a mudança de estado e fechamento da temporização. A pressão exercida na membrana "11", atua o pistão "12", fazendo com que o suplemento da pressão em "P" seja aberto, havendo sinal de saída em "S". Com o desaparecimento do sinal em "a" ocorre o RESET (reajuste) do componente, provocando mudança de condição do temporizador e então removendo o sinal de saída "S" pela ação da mola "13".

Captador de queda de pressão (sensor)

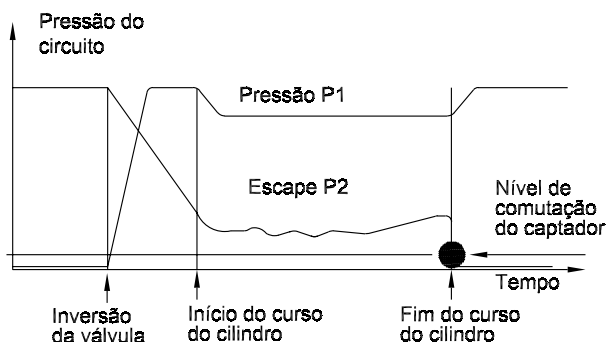


Instalado diretamente nos pórticos dos cilindros, estes sensores enviam um sinal pneumático quando o cilindro está estendido em seu fim de curso. São muito simples de usar, não necessitam de um came mecânico para a sua atuação e liberam um sinal que pode ser usado diretamente.

Observação:

O sensor enviará um sinal de saída só quando o cilindro estiver totalmente avançado.

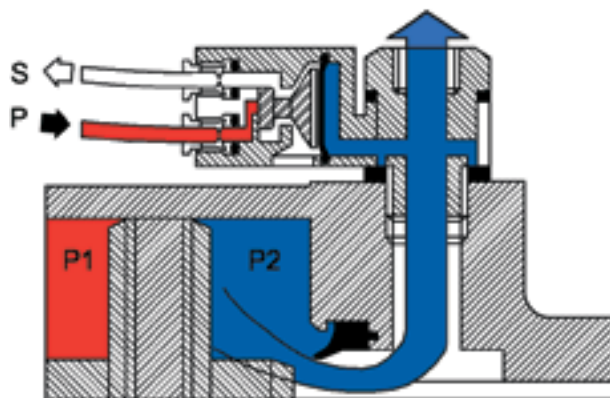
Funcionamento



A velocidade do cilindro depende do fluxo de exaustão que é controlado por um regulador de velocidade. Existe a presença de uma pressão de retorno na exaustão, que cai quando o êmbolo alcança seu fim de curso.

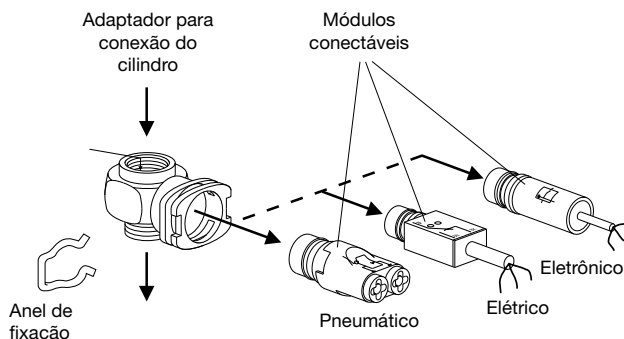
Por intermédio de um diafragma, o contato do captador de queda de pressão comuta e transmite a pressão P do sinal de entrada para o sinal de saída S. Este sensor é também usado para detectar fins de movimento de cilindros.

Exemplo: cilindro de fixação



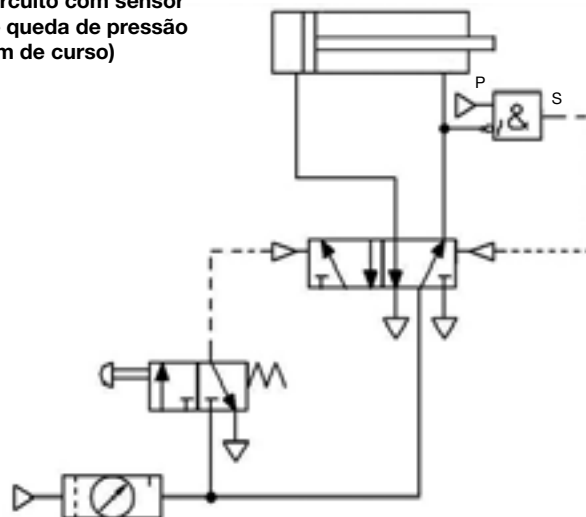
Composição

São modulares: o mesmo banjo se adapta e pode ser usado com outros módulos de detecção, como os de saída de sinal pneumático, elétrico e eletrônico, o qual possibilita o uso destes sensores em sistemas totalmente automatizados pneumático ou eletropneumático.



Exemplo de aplicação

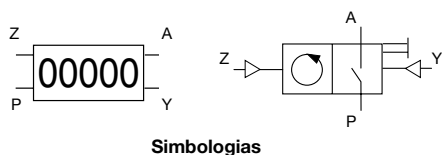
- Circuito com sensor de queda de pressão (fim de curso)



Contador predeterminador pneumático



P = Alimentação
A = Saída de sinal
Z = Contagem
Y = Reset



São usados para controle e monitoramento de operações sequenciais capazes de demonstrar números precisos em circuitos pneumáticos, sistemas ou equipamentos.

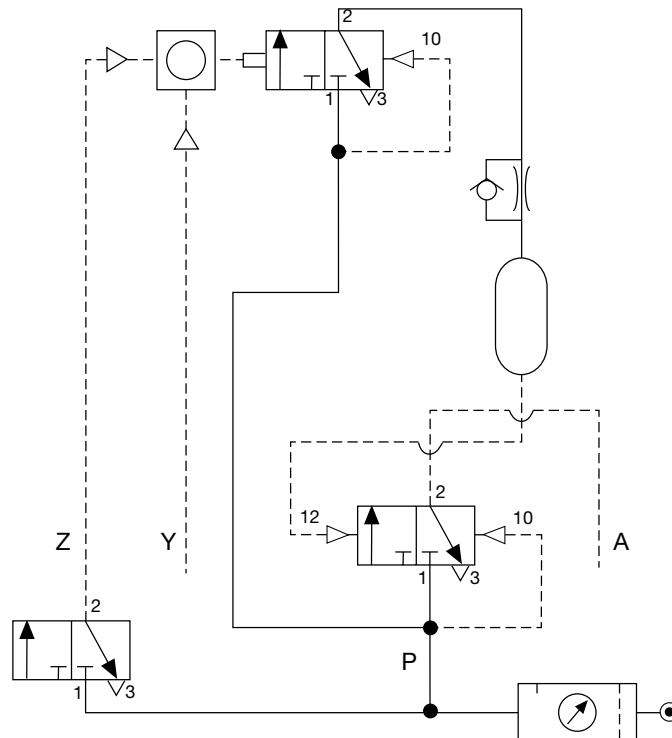
Após a contagem de passos demonstrará o número pré-ajustado, o qual pode representar um número de itens ou um número de ciclos de operação, e o mesmo emitirá um sinal pneumático de saída, que é usado para iniciar o próximo seguimento do processo ou operação. O valor pré-ajustado pode ser selecionado entre 1 e 99.999.

Princípio de trabalho

O contador pneumático consiste de um sistema de acionamento mecânico, um sistema mecânico de dígitos circular e uma chave limite pneumática. Os pulsos de contagem para o contador são pneumáticos (ar comprimido) que vêm de uma fonte de informações. A conexão Z é usada como mecanismo alimentador de pulsos de ar comprimido para o pistão do sistema de acionamento.

A haste deste pistão realiza a contagem de peças através de um contato livre de um oscilador.

Cada pulso de ar comprimido causa o acionamento do oscilador que move a unidade de dígitos circular pela metade de um dígito e, no mesmo instante, tensiona uma mola. Isso ocorre durante o período de baixa pressão, após o pulso, e em seguida move a próxima metade da unidade de dígito circular, completando o passo.



Sinal de saída

O sinal de saída é enviado quando a pressão que está aplicada na conexão P é interligada com a conexão A, isto ocorre quando a contagem pré-ajustada é alcançada, e o reset não foi acionado.

Reset

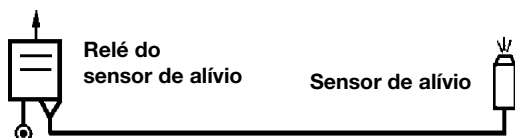
Pode ser feito o reset do contador através do botão de reset manual ou aplicando-se um sinal pneumático na conexão.

Sensor de alívio (bleed sensor)

Os sensores de alívio habilitam sinais com pequenas forças de atuação, pequenas distâncias de envio de sinal, através de contato mecânico. Requerem um tubo para conexão, são sinais de conectar e instalar.

Operação

É projetado para operar em conjunto com um relé de sensor de alívio. O sensor recebe ar de suprimento de baixa taxa de fluxo deste relé.

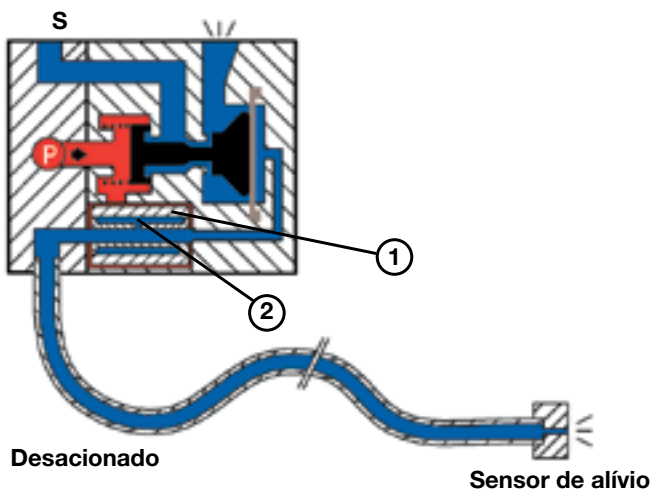


No estado de repouso, o sensor de alívio está aberto, e o ar de suprimento está em exaustão. No funcionamento o sensor está bloqueado, a pressão se eleva imediatamente no tubo de conexão do relé do sensor e o mesmo abre, emitindo um sinal de saída.

Relé do sensor de alívio

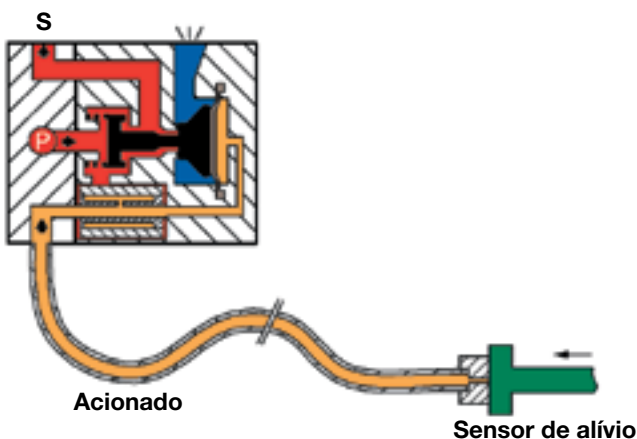
Este relé é usado para alimentar um sensor de alívio e para desenvolver um sinal pneumático, em relação ao fechamento do sensor de alívio.

• Desacionado



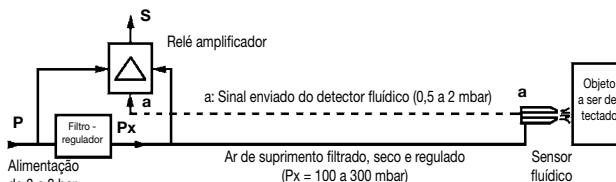
O ar de suprimento para o sensor de alívio é feito através do filtro 1 e orifício calibrado 2 ($\varnothing 0,3 \text{ mm}$)

• Acionado



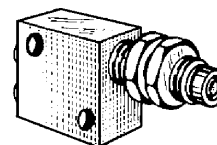
Sensor fluídico de proximidade

O sensor fluídico de proximidade trabalha sem contato mecânico, detectando a presença ou passagem de algum objeto.

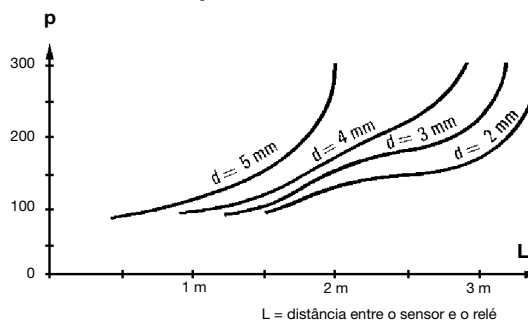


Características de funcionamento

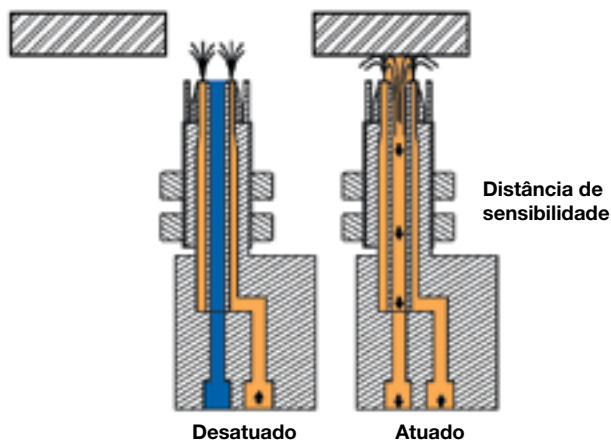
Projetado para operar em conjunto com um relé de amplificação de sinal, um detector fluídico de proximidade e fornecedor de uma pressão P (100 a 300 mbar) o qual também alimenta o relé amplificador. No detector, o ar à pressão P é distribuído em um fluxo de forma anelar que é capaz de refletir com a presença de algum objeto, e criar um sinal de saída ao qual o relé de amplificação amplia a uma pressão industrial (3 a 8 bar) para fornecer o sinal S. A pressão mínima P, a ser usada, depende da distância de detecção D e da distância L entre o detector e o relé, como demonstrado nas curvas características. Em todos os casos, o consumo é pequeno e o detector é efetivamente silencioso em operação.



• Pressão de alimentação



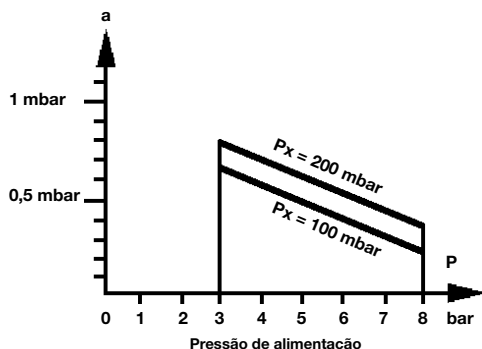
• Peça em movimento



Relé amplificador

Este relé possibilita a amplificação a pressões industriais de 3 a 8 bar, através de um sinal de baixa pressão, enviado pelo detector fluídico de proximidade. Possui dois estágios, cada estágio deve ser alimentado com um nível de pressão. O primeiro estágio com nível em PX de 100 a 300 mbar. O segundo estágio com nível em P de alimentação 3 a 8 bar.

- Pressão mínima do sinal de controle



Funcionamento

O sinal "a" (0,5 a 2 mbar) é inicialmente amplificado pelo primeiro estágio do relé amplificador do tipo alívio "Bleed". Este primeiro estágio é alimentado pela pressão piloto PX (100 a 300 mbar) e no segundo estágio do amplificador encontra-se uma válvula poppet e um diafragma, o qual é alimentado pela pressão P (3 a 8 bar) que proporciona o sinal de saída P.

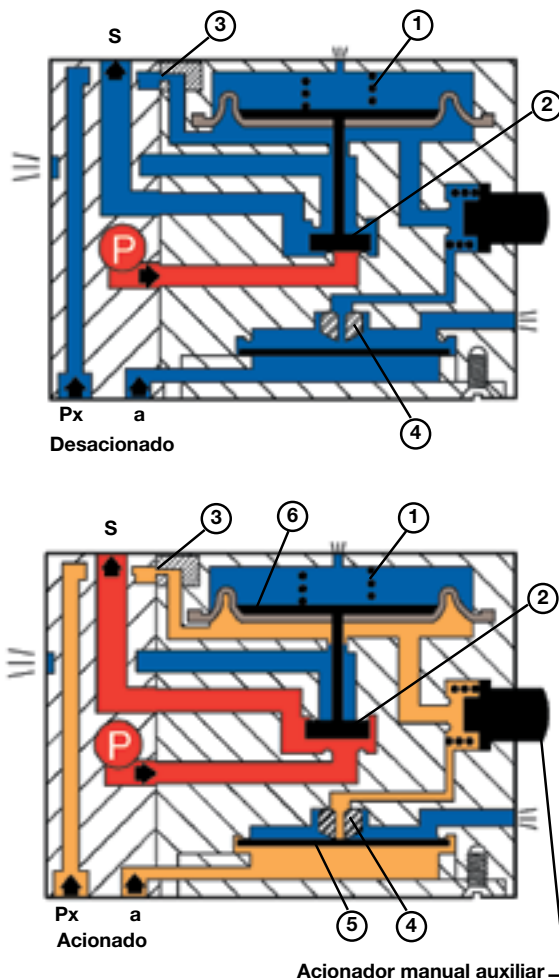
Com o relé amplificador desacionado, a pressão da mola 1 e a válvula poppet 2, do segundo estágio, estão vedando a pressão de entrada P, não havendo então sinal de saída.

A alimentação de pressão Px do primeiro estágio passa pelo orifício calibrado 3, escapando para exaustão após passar pelo orifício calibrado 4, que possui maior dimensão do que o orifício 3.

Com o relé amplificador acionado há um sinal de controle, o que pressiona o diafragma 5 do segundo estágio contra o orifício 4.

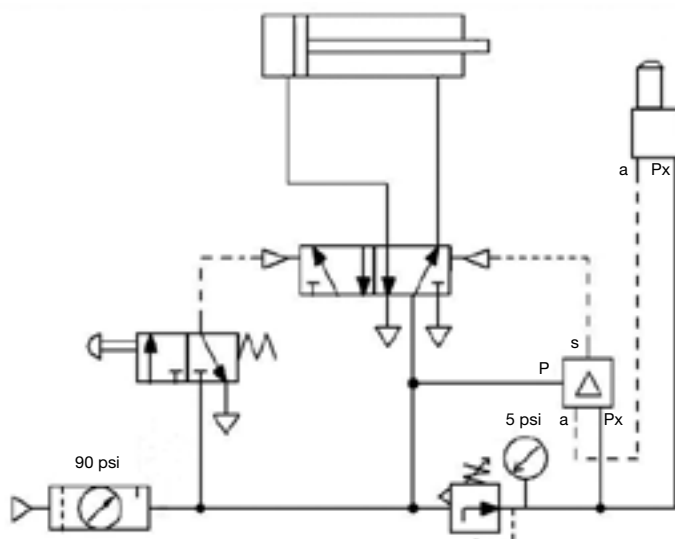
A pressão se eleva subitamente abaixo do diafragma 6 do primeiro estágio, que comprime a mola 1 e abre a válvula poppet 2, proporcionando o sinal de saída S. No estado de repouso, atuando o acionador manual, a pressão Px é bloqueada evitando a exaustão e atua o segundo estágio, proporcionando um sinal de saída S no relé amplificador.

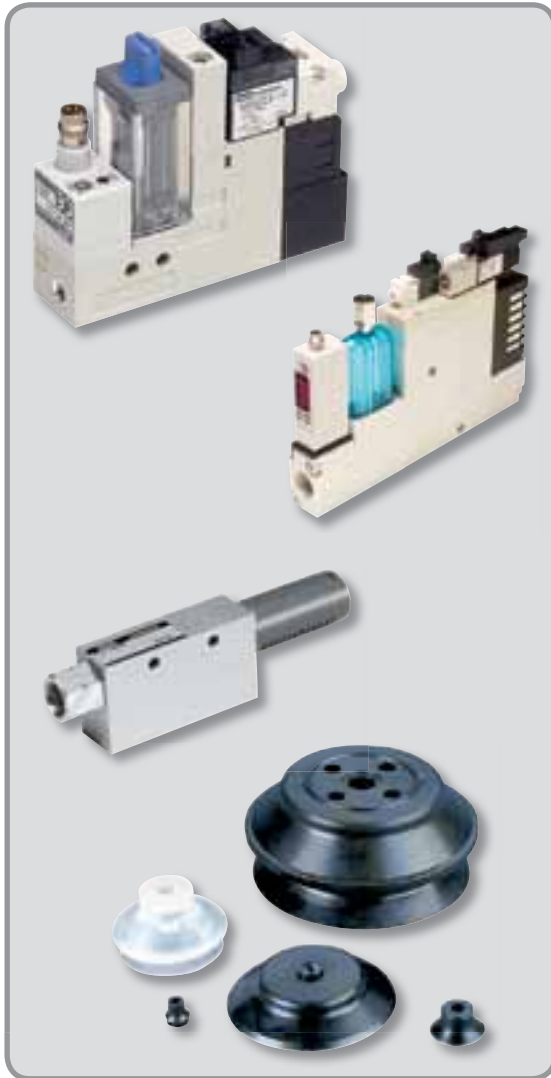
- Relé amplificador



Exemplo de aplicação

- Circuito com sensor fluídico de proximidade (fim de curso)



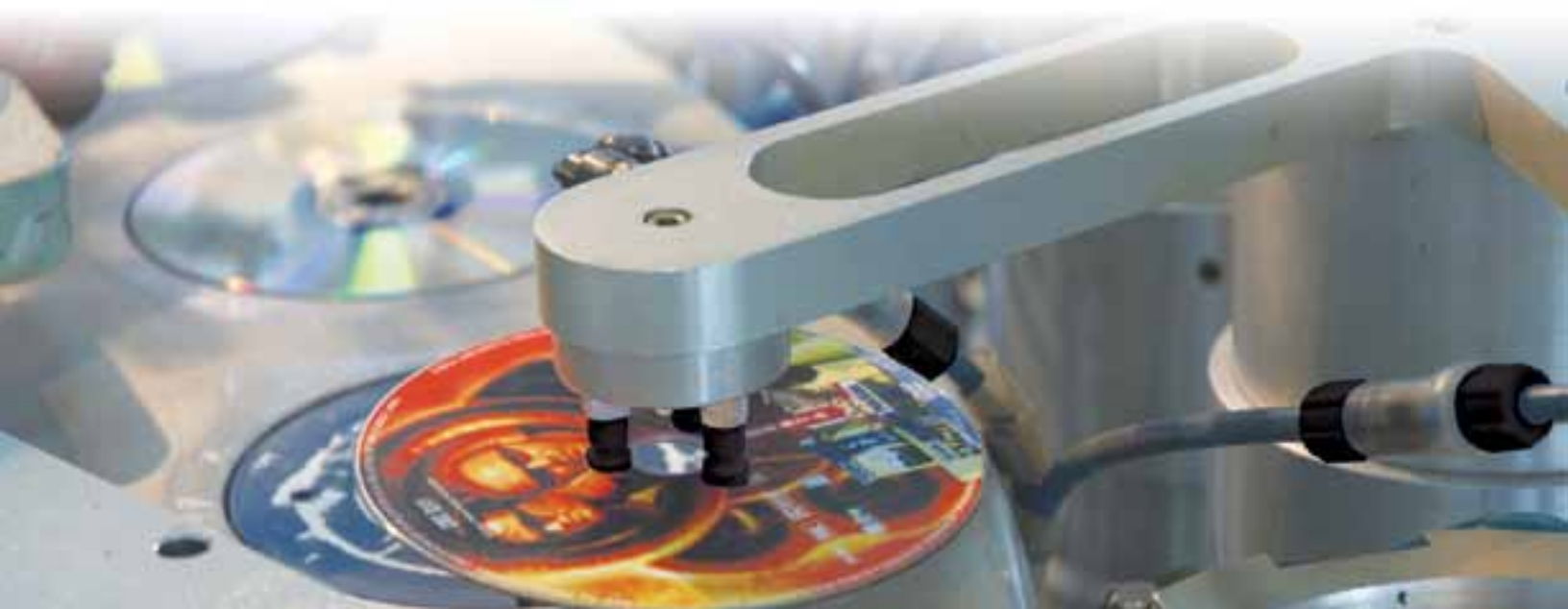


Introdução

Ventosas

Geradores de vácuo

Acessórios



Componentes para vácuo



Descrição

As aplicações do vácuo na indústria são limitadas apenas pela criatividade ou pelo custo. As mais comuns envolvem o levantamento e deslocamento de cargas como:

- Movimentação de cargas;
- Manipulação de peças frágeis;
- Manipulação de peças com temperatura elevada, usando ventosas de silicone;
- Operações que requerem condições de higiene;
- Movimentação de peças muito pequenas;
- Movimentação de materiais com superfícies lisas.

Principais vantagens dos componentes para vácuo Parker

Eficiência

Os geradores de vácuo produzem vácuo com baixo consumo de ar.

Flexibilidade

Uma grande variedade de produtos que podem ser combinados entre si, atendendo a qualquer necessidade.

E-Stop

Sistema e-stop, que mantém o nível de vácuo em caso de falha ou parada de energia, resulta em um alto grau de confiabilidade no manuseio e transporte de materiais.

Economia de ar

Sistema de economia de ar que interrompe o fluxo de ar assim que atingido o nível de vácuo ideal para suportar a peça.

Respostas rápidas

A velocidade de geração do vácuo, aliada à função de liberação rápida (opcional), permite a aplicação do produto em máquinas de alta ciclagem.

Versatilidade

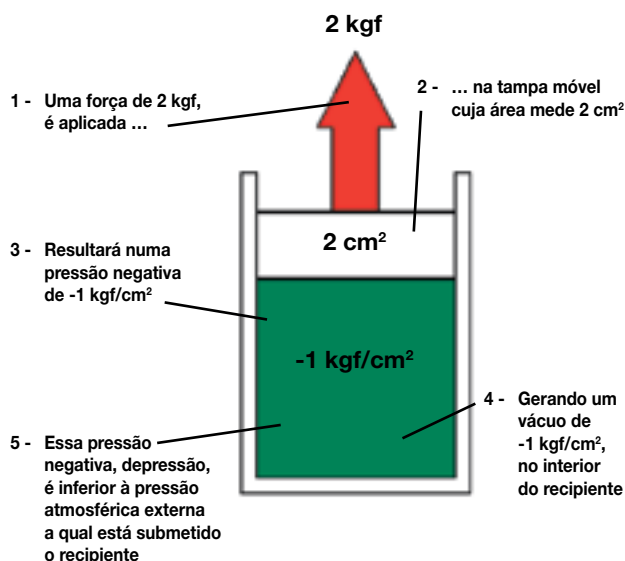
Os diversos modelos de ventosas, produzidos com materiais apropriados, várias formas e diferentes detalhes de montagem, permitem as mais variadas aplicações, em diversas condições de trabalho.

Introdução

Vácuo

A palavra vácuo, originária do latim "Vacuus", significa vazio. Entretanto, podemos definir tecnicamente que um sistema encontra-se em vácuo quando o mesmo está submetido a uma pressão inferior à pressão atmosférica.

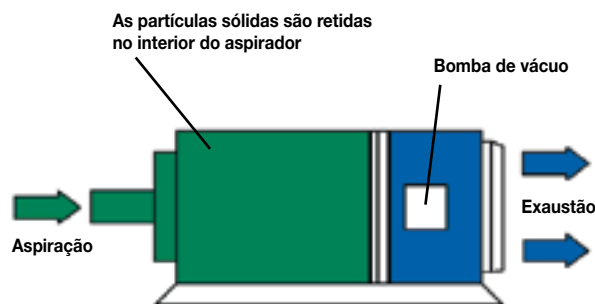
Utilizando o mesmo raciocínio aplicado anteriormente para ilustrar como é gerada a pressão dentro de um recipiente cilíndrico, cheio de ar, se aplicarmos uma força contrária na tampa móvel do recipiente, em seu interior teremos, como resultante, uma pressão negativa, isto é, inferior à pressão atmosférica externa.



Esse princípio é utilizado pela maioria das bombas de vácuo encontradas no mercado onde, por meio do movimento de peças mecânicas especialmente construídas para essa finalidade, procura-se retirar o ar atmosférico presente em um reservatório ou tubulação, criando em seu interior um "vazio", ou seja, uma pressão negativa.

Um aspirador de pó caseiro, por exemplo, funciona a partir desse princípio. Quando ligamos o aspirador, uma bomba de vácuo acionada por um motor elétrico retira o ar atmosférico presente no interior da malha flexível, expulsando-o pela saída exaustora. Dessa maneira, gera-se uma pressão negativa na entrada do aspirador, de modo que a pressão atmosférica do ambiente, sendo maior que o vácuo parcial gerado na mangueira, entra pela tubulação, levando com ela as partículas sólidas próximas da extremidade da mangueira. Essas partículas são então retidas dentro do aspirador, o qual permite que apenas o ar saia pelo pórtico de exaustão.

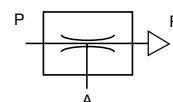
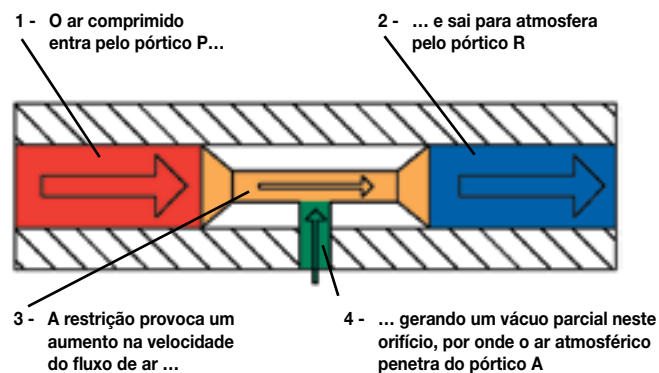
A figura a seguir demonstra o funcionamento esquemático de um aspirador de pó que, por meio da técnica do vácuo, gera um fluxo contínuo de ar para captar e reter partículas sólidas presentes em superfícies expostas à pressão atmosférica.



Efeito venturi

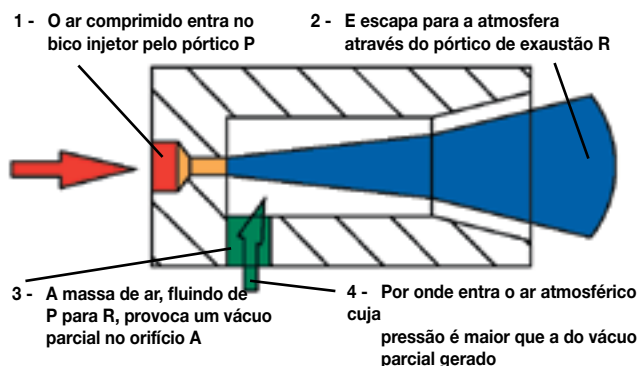
Para aplicações industriais, existem outras formas mais simples e baratas de se obter vácuo, além das bombas já mencionadas. Uma delas é a utilização do princípio de Venturi. A técnica consiste em fazer fluir ar comprimido por um tubo no qual um giclê, montado em seu interior, provoca um estrangulamento à passagem do ar. O ar que flui pelo tubo, ao encontrar a restrição, tem seu fluxo aumentado devido à passagem estreita. O aumento do fluxo do ar comprimido, no estrangulamento, provoca uma sensível queda de pressão na região.

Um orifício externo, construído estrategicamente na região restringida do tubo, sofrerá então uma depressão provocada pela passagem do ar comprimido pelo estrangulamento. Isso significa que teremos um vácuo parcial dentro do orifício que, ligado à atmosfera, fará com que o ar atmosférico, cuja pressão é maior, penetre no orifício em direção à grande massa de ar que flui pela restrição. A figura a seguir ilustra como é gerado um vácuo pelo princípio de Venturi.

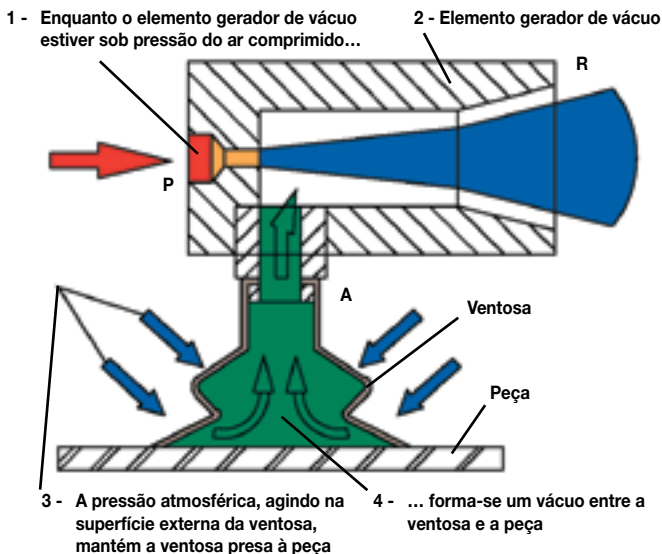


Simbologia

Outra forma muito utilizada para se obter vácuo é por meio da técnica do injetor de ar, uma derivação do efeito Venturi visto acima. Nessa técnica, pressuriza-se um bico injetor com ar comprimido e, nas proximidades do pórtico de descarga para a atmosfera, constrói-se um orifício lateral perpendicular à passagem do fluxo de ar pelo injetor. O ar comprimido, fluindo a grande velocidade pelo injetor, provoca um vácuo parcial no orifício lateral que, conectado à atmosfera, fará com que o ar atmosférico penetre por ele em direção à massa de ar que flui pelo injetor. A próxima figura ilustra esquematicamente o funcionamento do bico injetor e o vácuo parcial gerado no orifício lateral.



Partindo desse princípio, se uma ventosa flexível for montada no pórtico de vácuo parcial A, ao aproximá-la de um corpo qualquer, de superfície lisa, a pressão atmosférica, agindo na face externa da ventosa, fará com que a mesma se prenda por sucção à superfície do corpo. Considerando-se que entre a ventosa e a superfície do corpo há um vácuo parcial cuja pressão é menor que a da atmosfera, a ventosa permanecerá presa à superfície do corpo pela ação da pressão atmosférica, enquanto houver vácuo, ou seja, durante o tempo em que for mantido o fluxo de ar comprimido de P para R. **A força que suporta a carga é a relação entre a pressão e área da ventosa.**



Essa técnica, conhecida como tecnologia do vácuo, vem crescendo dia após dia na indústria, tanto na manipulação de peças como no transporte de materiais a serem trabalhados.

Seja qual for a aplicação, no projeto de um sistema de vácuo, é importante serem observados os seguintes aspectos:

- O efeito do ambiente sobre os componentes do sistema;
- As forças necessárias para movimentação das peças ou materiais;
- O tempo de resposta do sistema;
- A permeabilidade dos materiais a serem manipulados ou transportados;
- O modo como as peças ou materiais serão fixados;
- A distância entre os componentes;
- Os custos envolvidos na execução do projeto.

É importante destacar, ainda, que a aplicação segura dessa tecnologia depende do dimensionamento correto das ventosas e dos geradores de vácuo, em função do formato e do peso dos corpos a serem manipulados ou transportados, bem como do projeto exato dos circuitos pneumáticos e eletropneumáticos que comandarão todo o sistema de vácuo.

Com relação à escolha correta dos componentes a serem empregados num sistema de vácuo, deve-se considerar, de um modo geral, a seguinte sequência:

- O tipo, o tamanho e o posicionamento das ventosas;
- O modelo ideal do elemento gerador de vácuo;
- As válvulas pneumáticas de comando e controle do sistema;
- As características construtivas e de utilização de tubos, mangueiras e conexões;
- O conjunto mecânico de sustentação das ventosas e acessórios.

Capacidade de geração de vácuo

A principal característica a ser observada na escolha de um elemento gerador pneumático de vácuo, para a realização de um trabalho específico, é a capacidade de produzir vácuo a uma determinada pressão e em um período de tempo predeterminado.

A tabela a seguir apresenta as relações entre consumo de ar comprimido e tempos de exaustão dos principais modelos e tamanhos de elementos geradores pneumáticos de vácuo disponíveis no mercado, trabalhando a uma pressão de 4 bar:

Tabela de tempos para formação de 75% de vácuo em um recipiente de 1 litro

Consumo de ar comprimido em litros por minuto (lpm)	Tempo de exaustão em segundos (s)
20	9,00
30	6,00
40	4,50
60	3,00
120	1,50
180	1,00
240	0,75
360	0,50
420	0,45
720	0,25

Independentemente do tamanho do elemento gerador pneumático de vácuo, todos têm capacidade de criar teoricamente o mesmo nível de vácuo.

Entretanto, na prática, um gerador de maior porte é capaz de realizar a mesma operação, de um pequeno, num espaço de tempo bem menor, como pode ser observado na tabela. Portanto, na seleção de um elemento gerador pneumático de vácuo, é importante considerar o volume total das ventosas no sistema, tendo como referência os tempos acima para se atingir o vácuo desejado.

Ventosas



As duas técnicas mais comuns empregadas para fixação e levantamento de peças ou materiais, na indústria, são as garras mecânicas e as ventosas, as quais utilizam-se do vácuo para realizar o trabalho. O emprego de garras mecânicas oferece, como vantagem principal, a facilidade na determinação das forças necessárias para fixação e sustentação de cargas. Entretanto, se o material da carga a ser fixada for frágil

ou apresentar dimensões variáveis, as garras poderão danificar a carga ou provocar marcas indesejáveis no acabamento das superfícies das peças a serem manipuladas ou transportadas. Fatos desagradáveis como esse ocorrem, também, nos casos em que as garras, por um erro de projeto, são mal dimensionadas.

Além disso, os sistemas mecânicos de fixação por garras apresentam, na maioria das vezes, custos elevados de construção, instalação e manutenção.

As ventosas, por sua vez, além de nunca danificarem as cargas durante o processo de manipulação ou de movimentação das mesmas, apresentam inúmeras vantagens se comparadas aos sistemas de fixação por garras.

Entre elas destacam-se a maior velocidade de operação, fato que aumenta a produtividade; a facilidade e a rapidez nos reparos, aspecto que reduz os tempos de parada para manutenção e os baixos custos de aquisição dos componentes e de instalação.

De acordo com o que foi demonstrado no capítulo anterior, é a ação da pressão atmosférica que pressiona e fixa a ventosa contra a superfície da carga a ser movimentada, enquanto houver vácuo no interior da ventosa.

Dessa forma, para que se possa ter a menor área de sucção possível, é necessário que seja utilizado o maior nível de vácuo disponível no sistema.

Experiências demonstram que o nível ideal de vácuo para trabalhos seguros de fixação e transporte de cargas por meio de ventosas está em torno de 75% do vácuo absoluto, o que corresponde a uma pressão negativa de $-0,75 \text{ Kgf/cm}^2$.

Ventosa padrão

O tipo mais comum de ventosa, utilizado na fixação e transporte de cargas que apresentam superfícies planas ou levemente curvas, é a ventosa padrão.

A ventosa padrão é produzida com diferentes formas, que variam de acordo com sua aplicação. O tamanho, o tipo do material, as abas simples ou duplas para vedação, as luvas de atrito e as molas de reforço são algumas características que podem se alterar na fabricação da ventosa.

Ventosas
Diâmetro de 2 a 200 mm

Descrição

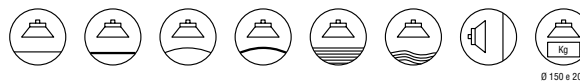
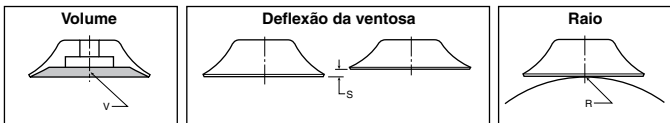
As ventosas com diâmetro de 2 a 50 mm desta série não possuem nervuras internas e são usadas apenas para o transporte de peças com superfícies planas ou ligeiramente curvas.

As ventosas com diâmetro de 60 a 200 mm são dotadas de nervuras internas, apropriadas para o transporte de peças com material macio e/ou superfície porosa.

Esta série possui boa rigidez, pequena deformação sob a ação do vácuo e ótima performance em transporte vertical de peças, visto que as nervuras da ventosa proporcionam um atrito adicional.



Especificações



Ø da ventosa (mm)	Área (cm²)	Volume (V) litros	Força de levantamento		Deflexão da ventosa (S) (mm)	Raio (R) (mm)
			Hor. (N)	Vert. (N)		
2	0,03	0,0000007	0,19	0,09	0,1	1,75
5	0,20	0,000005	1,20	0,6	0,5	3,5
6	0,28	0,000008	1,70	0,85	1,0	4,0
8	0,50	0,00003	3,10	1,5	1,4	5,0
10	0,79	0,00007	4,80	2,4	1,5	6,0
15	1,77	0,0004	10,8	5,4	1,9	6,0
20	3,14	0,0008	19,2	9,6	2,3	13,0
30	7,07	0,0018	43,2	21,6	2,0	26
40	12,60	0,004	76,9	38,5	3,5	37
50	19,60	0,007	120	60	4,0	41
60	28,30	0,0090	173	87	5,0	70
80	50,30	0,025	308	154	6,0	100
95	70,90	0,035	434	267	6,0	150
150	176,70	0,177	1081	541	9,0	380
200	314,20	0,425	1922	961	13,0	430

- ▷ Material: NBR
- ▷ Silicone: sob consulta

Ventosas
Diâmetro de 10 a 150 mm

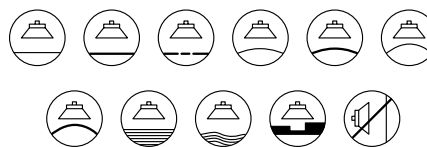
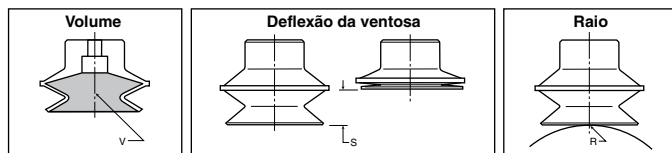
Descrição

As ventosas da Série PBG são projetadas com 2 foles que permitem o transporte de peças com alturas diferentes. O uso de várias ventosas desta série permite o transporte de objetos com alturas e formas variadas, como por exemplo chapas corrugadas.

As ventosas desta série produzem um efeito limitado no transporte de objetos, resultado de uma flexibilidade provocada pelos foles, não sendo indicada para transporte de peças na posição vertical.



Especificações



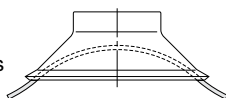
Ø da ventosa (mm)	Área (cm²)	Volume (V) litros	Força de levantamento		Deflexão da ventosa (S) (mm)	Raio (R) (mm)
			Hor. (N)	Vert. (N)		
10	0,79	0,0002	4,80	-	4	4
15	1,77	0,0007	10,80	-	6	6
20	3,14	0,001	19,20	-	9	8
30	7,07	0,004	43,2	-	13	15
40	12,60	0,009	76,9	-	13	30
50	19,60	0,026	120	-	20	40
75	44,02	0,076	270	-	22	70
110	95,00	0,111	434	-	29	100
150	176,70	0,260	1081	-	38	130

- ▷ Material: NBR
- ▷ Silicone: sob consulta

Guia de aplicação

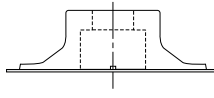
PKG

- Ventosas profundas para curvas externas
- Resistente a deslizamento



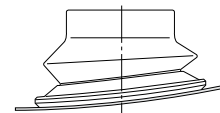
PKFG

- Sem deformação
- Chapas planas finas
- Resistente a deslizamento

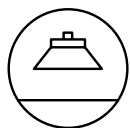


PKJG

- Foles para formas variadas
- Resistente a deslizamento



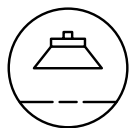
Simbologias - aplicações



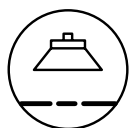
Superfície plana, seção fina



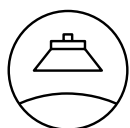
Superfície plana, qualquer seção



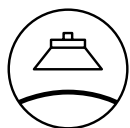
Material poroso, seção fina



Material poroso, qualquer seção



Superfície levemente curva, seção fina



Superfície levemente curva, qualquer seção



Superfície curva, seção fina



Superfície curva, qualquer seção



Material macio



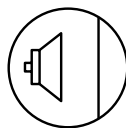
Manipulação de chapas planas



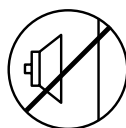
Manipulação de chapas onduladas



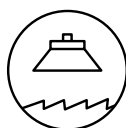
Diferentes níveis de altura



Levantamento vertical



Impróprio para levantamento vertical



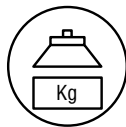
Superfícies ásperas ou abrasivas



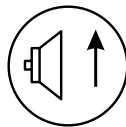
Manipulação de produto estreito ou fino



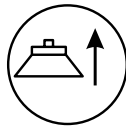
Resistência a óleo



Força de levantamento elevada



Força de levantamento vertical



Força de levantamento horizontal

Selecionando a ventosa

Atenção: Selecionar o tipo, material e tamanho da ventosa para uma aplicação é essencial em todo sistema de vácuo. Através de cálculos de forças envolvidas na aplicação é possível determinar o tamanho ideal da ventosa. Os dados obtidos através desses cálculos são teóricos e as especificações para cada aplicação necessitam de resultados obtidos através de testes práticos.

Calculando força e diâmetro

Massa

Massa é a quantidade de matéria em um corpo e a capacidade do mesmo de resistir ao deslocamento, devido à ação de forças externas. A unidade de massa é (kg), simbolizada pela letra (m).

Força

Para aplicações de vácuo, força é um vetor em direções definidas na horizontal ou vertical. No Sistema Internacional de Unidades, a grandeza força é medida em Newtons (N). A força pode ser calculada através do deslocamento de um material, utilizando sua massa e aceleração.

Lei de Newton = $F(N) = \text{massa}(kg) \times \text{aceleração da gravidade}(m/s^2)$

Considere um objeto com massa de 10 kg. A força gravitacional exercida no objeto deve ser:

$$F(N) = 10 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 98,1 \text{ N}$$

Aceleração

Aceleração é a variação da velocidade sobre o tempo, a aceleração é medida em metros por segundo ao quadrado (m/s^2) e simbolizada pela letra "a". Para que possamos entender melhor a aceleração, podemos considerar um objeto deslocando com velocidade de 2m/s em um intervalo de tempo de 4 segundos. Desta forma, podemos calcular a aceleração através da fórmula:

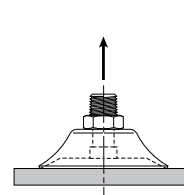
$$a = \frac{\Delta \text{ velocidade}}{\text{tempo}} \quad a = \frac{2m/s}{4s} \quad a = 0,5 \text{ m/s}^2$$

Coefficiente de atrito

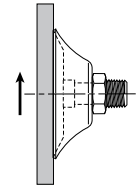
Em cálculos de força de movimentos combinados, devemos considerar o atrito. Certos valores de força entre as ventosas e a superfície são difíceis de determinar, podemos encontrar os valores de coeficiente de atrito em tabelas, deve-se usar esses valores como referência para especificar o correto valor do fator de segurança.

Força de levantamento

Em geral utilizamos fator de segurança 2 para levantamentos horizontais e 4 para levantamentos verticais. No caso de aplicações em chapas irregulares, superfície defeituosa ou com movimentos bruscos, necessita de um adicional no fator de segurança.



Fh. Levantamento horizontal



Fv. Levantamento vertical

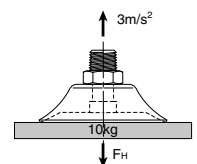
Força de levantamento horizontal

Pela Lei de Newton, calcular a força que uma ventosa deve suportar, considerando uma carga com massa de 10 Kg, deslocando com aceleração de 3 m/s^2 e fator de segurança horizontal (SH) 2.

$$FH(N) = \text{massa (kg)} \times (ag + a) \times SH$$

$$FH(N) = 10 \text{ kg} \times (9,81 \text{ m/s}^2 + 3 \text{ m/s}^2) \times 2$$

$$FH = 256,2 \text{ N}$$



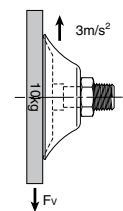
Força de levantamento vertical

Pela Lei de Newton, calcular a força que uma ventosa deve suportar, considerando uma carga com massa de 10 Kg, deslocando com aceleração de 3 m/s^2 e fator de segurança vertical (SV) 4.

$$FV(N) = \text{massa (kg)} \times (ag + a) \times SV$$

$$FV(N) = 10 \text{ kg} \times (9,81 \text{ m/s}^2 + 3 \text{ m/s}^2) \times 4$$

$$FV = 512,4 \text{ N}$$



Combinando levantamento vertical com movimento na horizontal

Calculando a força que uma ventosa deve suportar, considerando uma carga com massa de 10 kg, deslocando-se na horizontal com aceleração de 3 m/s^2 e na vertical com aceleração de 2 m/s^2 .

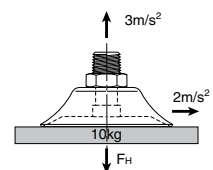
$$FM(N) = \sqrt{FV^2 + FH^2}$$

$$FM(N) = \sqrt{[10 \text{ kg} \times (9,81 \text{ m/s}^2 + 2 \text{ m/s}^2) \times 4]^2 + [10 \text{ kg} \times (9,81 \text{ m/s}^2 + 3 \text{ m/s}^2) \times 2]^2}$$

$$FM(N) = \sqrt{(80 \text{ N})^2 + (256 \text{ N})^2}$$

$$FM(N) = \sqrt{6.400 \text{ N}^2 + 65.536 \text{ N}^2}$$

$$FM = 268,2 \text{ N}$$



Análise de forças

De acordo com exemplos anteriores, considerar uma aplicação onde 4 ventosas são selecionadas para transferir um produto. Considerando uma força de levantamento horizontal (FH) de 256,2 N, dividida pelo número de ventosas (4), obtemos a força individual que cada ventosa tem que suportar.

$$\frac{256,2 \text{ (N)}}{4} = 64,05 \text{ N/Ventosa}$$

Com a tabela abaixo é possível encontrar o diâmetro da ventosa através da força calculada. Selecionando a força mais próxima de 64,05 N com nível de vácuo de 60%, encontramos uma força teórica de levantamento de 76,9 N a qual tem diâmetro de 40 mm.

O mesmo cálculo pode ser aplicado em força de levantamento vertical (FV).

Para converter quilogramas força (kgf) para Newton, multiplica-se kgf x 9,8.

Calculando o diâmetro da ventosa

De outra maneira, vamos calcular o diâmetro da ventosa com nível de vácuo de 60%.

$$A = \left(\frac{m (a_g + a)}{n} \right) \times S / P_v$$

$$A = \frac{10 (9,81 + 3)}{4} \times 10 \times 2 / 61 = 10,5 \text{ cm}^2$$

$$D = 20 \sqrt{\frac{A}{3,14}}$$

$$D = 20 \sqrt{\frac{10,5}{3,14}}$$

$$D = 37 \text{ mm}$$

A (cm²) = Área

D [mm] = Diâmetro da ventosa

S = Fator de segurança

P_v (kPa) = Pressão de trabalho = 61kPa

n = Número de ventosas

Com a tabela abaixo é possível encontrar a força através do diâmetro calculado acima, prosseguindo de maneira inversa na tabela obtemos a força de 76,9 N.

Força teórica de levantamento por ventosa (Newton, N)

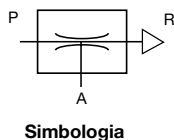
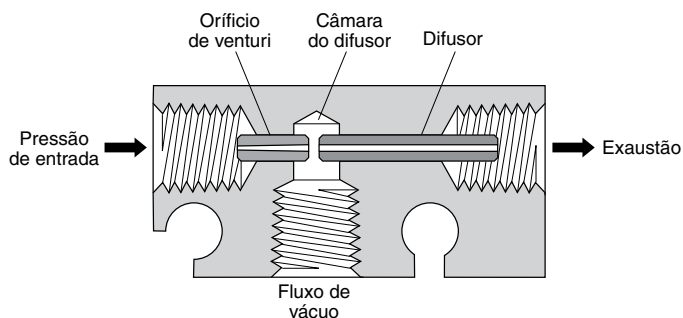
Ventosa		Nível de vácuo								
Diâmetro (mm)	Área (cm ²)	10 (%)	20 (%)	30 (%)	40 (%)	50 (%)	60 (%)	70 (%)	80 (%)	90 (%)
1	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,07
2	0,03	0,03	0,06	0,10	0,13	0,16	0,19	0,22	0,25	0,28
3,5	0,10	0,10	0,20	0,29	0,39	0,49	0,59	0,69	0,78	0,88
5	0,20	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80
6	0,28	0,29	0,58	0,87	1,20	1,40	1,70	2,00	2,30	2,60
7	0,39	0,39	0,78	1,18	1,60	2,00	2,40	2,70	3,10	3,50
8	0,50	0,52	1,02	1,54	2,00	2,60	3,10	3,60	4,10	4,60
10	0,79	0,80	1,60	2,40	3,20	4,00	4,80	5,60	6,40	7,20
15	1,77	1,80	3,60	5,41	7,20	9,00	10,8	12,6	14,4	16,2
18	2,55	2,60	5,20	7,79	10,4	13,0	15,6	18,1	20,8	23,3
20	3,14	3,20	6,40	9,60	12,8	16,0	19,2	22,4	25,6	28,8
25	4,91	5,00	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0
30	7,07	7,20	14,4	21,6	28,8	36,0	43,2	50,4	57,6	64,8
35	9,62	9,80	19,6	29,4	39,2	49,0	58,9	68,6	78,5	88,2
40	12,6	12,9	25,6	38,5	51,2	64,0	76,9	89,6	103	115
50	19,6	20,1	40,0	60,1	80,0	100	120	140	160	180
60	28,3	28,9	57,6	86,5	115	144	173	202	231	259
75	44,2	45,2	90,0	135	180	225	270	315	360	405
80	50,3	51,4	102	154	205	256	308	359	410	461
90	63,6	65,1	130	195	259	324	389	454	519	583
95	70,9	72,5	144	217	289	361	434	506	578	650
110	95,0	97,2	194	291	387	484	581	678	775	871
120	113,1	116	230	346	461	576	692	807	922	1037
150	176,7	181	360	541	720	900	1081	1260	1441	1620
200	314,2	321	640	961	1279	1601	1922	2241	2562	2880

Geradores de vácuo

O gerador de vácuo tem como princípio o venturi, que gera alto vácuo com tempo de resposta rápido usando ar comprimido, proporcionando excelentes soluções para a indústria de automação.

Primeiramente, o ar comprimido passa pelo orifício de venturi e é descartado no difusor. Isto aumenta a velocidade do ar na câmara do difusor, que está com baixa pressão.

O volume de ar no sistema fechado de vácuo flui dentro da câmara do difusor e sua exaustão é feita pelo difusor. Esse efeito aumenta o nível de vácuo e evacua a maior parte do ar em alta velocidade.



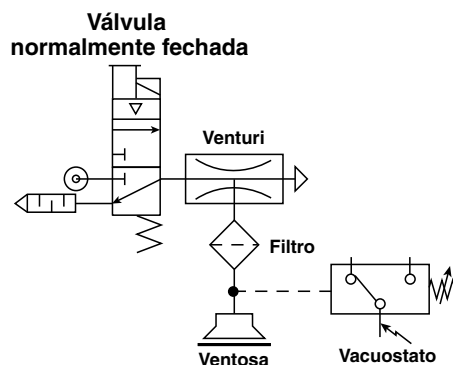
Vantagens adicionais dos geradores de vácuo com princípio venturi

- Sem movimento de componentes internos
- Baixa manutenção
- Vida prolongada
- Tempo de resposta rápido
- Dimensões reduzidas

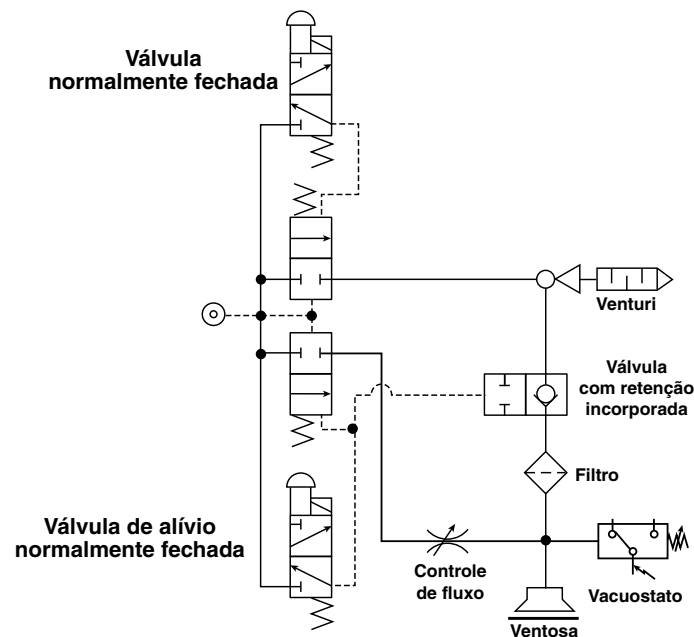
Aplicação do gerador de vácuo com princípio venturi

Há dois esquemas básicos quando se projeta um sistema com geradores de vácuo com princípio venturi.

1. Projetar um sistema através do gerador de vácuo com princípio venturi, considerando componentes individuais e independentes.



2. Projetar um sistema de vácuo com todos os componentes integrados ao gerador de vácuo com princípio venturi.

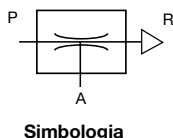


Há algumas vantagens importantes, quando utilizados geradores com componentes integrados.

O tempo de resposta e da liberação de carga são altamente reduzidos, comparados com os geradores de vácuo com componentes individuais e independentes.

Serão apresentadas, a seguir, as características de funcionamento dos principais tipos de elementos geradores pneumáticos de vácuo encontrados na automação industrial, desde os construtivamente simples até os mais sofisticados, com válvulas de comando e controle incorporadas.

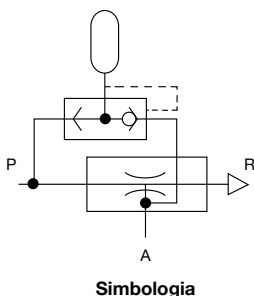
Gerador de Vácuo - Série CV



Descrição

A Série CV é indicada nas mais diversas aplicações. Sua construção em corpo de alumínio e orifício de venturi em latão proporciona ao gerador de vácuo maior durabilidade e longo tempo de vida útil, resultando em um produto praticamente livre de manutenção. Vazão de 13 a 265 l/min, pressão de 1 a 8 bar podendo atingir até 92% do nível de vácuo com 5 bar de pressão.

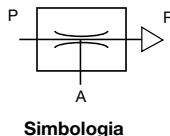
Gerador de Vácuo - Série CV-VR



Descrição

Esta série é perfeita para aplicações que requerem a expulsão automática da carga após o ciclo de vácuo. Dispõe de um reservatório que acumula o ar durante o ciclo de vácuo. O alívio do ar acumulado é imediato e automático assim que termina o ciclo de vácuo. Construção robusta em alumínio, com conexão para vacuostato. Orifício de venturi de 1,5 mm, vazão de 100 l/min podendo atingir até 92% do nível de vácuo com 5 bar de pressão.

Gerador de Vácuo - Série CVK



Descrição

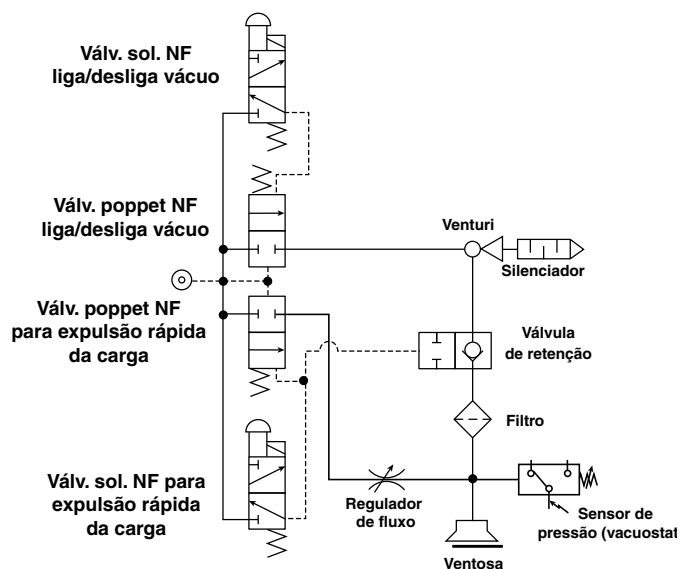
A série de geradores CVK proporciona uma completa solução para automação de processos industriais, perfeito para aplicações em cargas de superfície sem porosidade que envolvem vidro ou aplicações de transferência em geral.

O CVK integra uma válvula para gerar o vácuo e outra para liberação rápida da carga, que minimizam o tempo de resposta do sistema, uma válvula que controla a expulsão da carga, filtro de 130 micra e opcionais como: válvula de retenção e sensores para confirmação do vácuo.

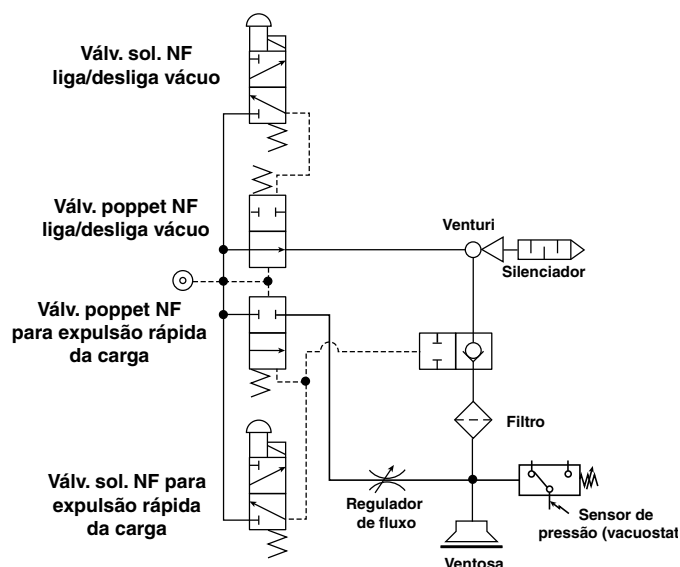
Construído com materiais em alumínio, latão e NBR. Vazão de 295 l/min, na pressão de 5 bar pode atingir até 90% do nível de vácuo, disponível na tensão de 24 VCC com consumo de 1,8 W. Pode trabalhar individual ou em manifold.

Circuitos de vácuo

• Normalmente fechado



• Normalmente aberto



Gerador de Vácuo - Série CEK

Características técnicas

Conexão	G 1/4 (pressão) e G 3/8 (vácuo)
Pressão de trabalho	5 bar
Faixa de temperatura	5°C a +50°C
Consumo de ar	295 l/min
Fluxo de vácuo	125 l/min
Umidade	35 a 85%
Tensão	24 VCC
Consumo de energia	0,9 W
Fluido	Ar comprimido com ou sem lubrificação

Materiais

Alumínio, latão e NBR

Descrição

O gerador de vácuo Série CEK otimiza a utilização de ar do sistema, ideal para aplicações em que o tempo de duração da manipulação da carga é relativamente longo e deseja-se economizar energia. Além da operação E-Stop (emergência em caso de falha ou parada de energia), possui um sistema que interrompe o fornecimento de ar assim que alcançado o nível de vácuo ideal.

Se houver queda deste nível de vácuo, o sensor aciona a válvula solenóide que controla o fluxo de ar comprimido, restabelecendo o nível de vácuo desejado. Vazão de 295 l/min, na pressão de 5 bar pode atingir até 90% do nível de vácuo, disponível na tensão de 24 VCC com consumo de 1,8 W. Características opcionais de comunicação DeviceNet e manifold.



Tempo de evacuação

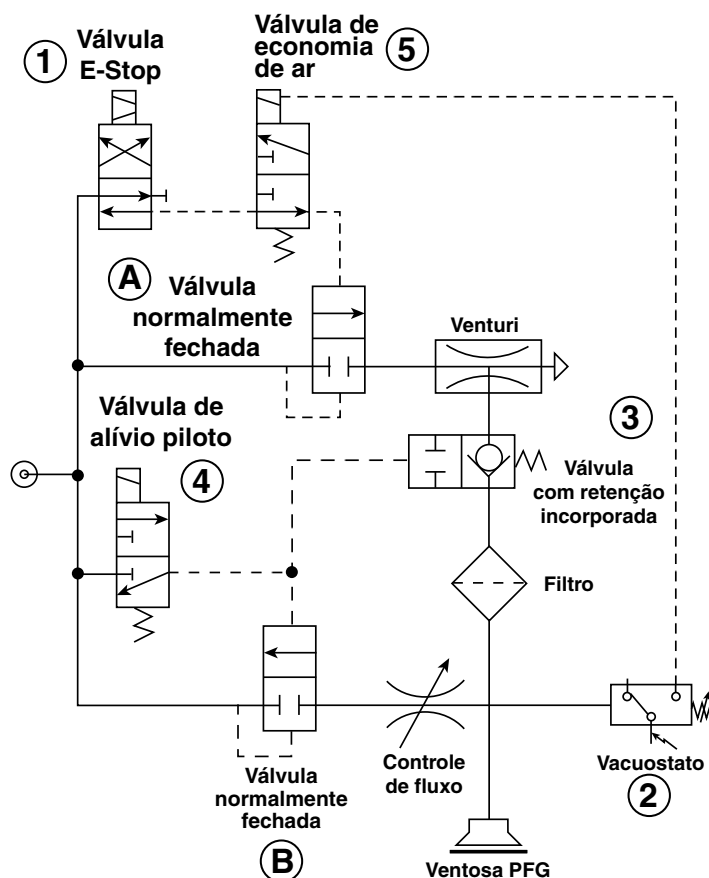
Pressão (bar)	Consumo de ar (l/min)	Tempo de evacuação em segundos, por litro de ar, para diferentes níveis de vácuo (%)									Série
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	
5	295	0,02	0,07	0,12	0,20	0,30	0,47	0,70	1,49	-	CEK

Circuito de vácuo controlado E-Stop

Tipicamente, com o circuito de ar normalmente fechado, o usuário controla o vácuo com um sinal de comando.

Durante a operação de E-Stop, ou falha de energia, o sinal de comando de vácuo é perdido, mas a válvula E-Stop (1) permanece na posição atual devido sua construção. A válvula de economia de ar (5), em posição normalmente aberta, deixa passar o ar proveniente da válvula E-Stop (1).

O vacuostato (2) ativa a válvula de economia de ar, fechando o fluxo de ar para a válvula normalmente fechada (A). A válvula com retenção incorporada (3) mantém o nível de vácuo até a pressão alcançar o valor mínimo ajustado no sensor, ou quando a válvula E-Stop (1) retornar a posição fechada, finalizando a operação de vácuo.



Selecionando a linha de pressão adequada

Quando já selecionado um gerador de venturi básico, o dimensionamento da linha de pressão e da válvula é extremamente importante na performance do sistema.

Ø do orifício do venturi	Mínimo Ø interno da tubulação (mm)	Vazão (Cv)
0,5 mm	4	0,16
1,0 mm	4	0,16
1,5 mm	6	0,38
2,0 mm	8	0,65
2,5 mm	8	0,95
3,0 mm	10	1,35

Se a pressão cair devido a outros componentes pneumáticos, é necessário aumentar a pressão ou o diâmetro interno da tubulação.

Calculando o tempo de reposta de um gerador de vácuo

Com o mínimo de vazamentos em sistema fechado, a maioria dos geradores pode alcançar o nível de vácuo adequado suficiente para transferir a peça. O tempo de resposta é o tempo requerido para evacuar o ar do sistema fechado de vácuo, importante para a operação do sistema, o qual varia de acordo com o diâmetro do orifício do venturi e do volume total de ar a ser evacuado do sistema.

$$TR = (V_D / C)^{1/a}$$

- TR(s) = tempo para atingir o vácuo (tempo de resposta)
 C = constante relativa ao nível de vácuo
 a = coeficiente relativo aos diferentes tipos de geradores
 V_D = volume de ar a ser evacuado em litros
 V_D = 0,780 x DI² (mm) x L(m) / 1000 + P_V (n)
 DI = diâmetro interno do tubo
 L = comprimento do tubo
 P_V = volume da ventosa em litros
 n = número de ventosas

Ø do orifício do venturi	Fluxo de vácuo (l/min)	C		a
		55% Vácuo	90% Vácuo	
05HS	6	-	0,03	1,02
05LS	9	0,11	-	1,06
07HS	11	-	0,06	1,02
07LS	19	0,31	-	1,02
09HS	15	-	0,07	1,09
09LS	21	0,37	-	1,09
10HS	27	-	0,12	1,09
10LS	36	0,25	-	1,09
15HS	63	-	0,25	1,00
15LS	95	0,74	-	1,09
20HS	110	-	0,62	1,09
20LS	165	1,00	-	1,09
25HS	160	-	0,69	1,00
25LS	250	3,27	-	1,00
30AHS	225	-	0,97	1,00
30ALS	350	4,88	-	1,00

Selecionando o diâmetro do orifício do venturi em relação ao diâmetro da ventosa

Em geral, para a maioria das aplicações de vácuo, o diâmetro do orifício pode ser selecionado com base no diâmetro da ventosa. Projetar um sistema com uma única ventosa dedicada a um único gerador é o ideal, porém isto nem sempre é praticado.

Ø do orifício do venturi	Máximo Ø da ventosa (mm)
0,5 mm	20
1,0 mm	50
1,5 mm	60
2,0 mm	120
2,5 mm	150
3,0 mm	200

Recomenda-se que a soma das áreas das múltiplas ventosas dedicadas a um único gerador não exceda a área de uma única ventosa, conforme tabela acima.

Exemplo:

Calcular o tempo de resposta de um gerador de vácuo Parker, com um diâmetro do orifício de venturi específico e com um volume de ar a ser evacuado do sistema de vácuo.

Gerador de vácuo modelo 25HS

Diâmetro do orifício = 2,5 mm
 Fluxo de vácuo = 160 l/min
 Nível de vácuo = 90%
 Valor de "C" = 0,69
 Valor de "a" = 1

Ventosa PBG-150

Quantidade = 1
 Diâmetro = 150 mm
 Volume = 0,26 l

Tubo

DI do tubo = 10 mm
 Comprimento do tubo = 3 m

$$TR = (V_D / C)^{1/a}$$

V_D = 0,780 x DI² (mm) x L(m) / 1000 + P_V (n)
 V_D = 0,780 x (10 mm)² x (3 m / 1000) + 0,26 (1) = 0,494 l
 TR = (0,494/0,69)^(1/1) = 0,71 s

Então, é preciso 0,71 segundos para evacuar 0,26 litros de ar para um nível de vácuo de 90%.

Acessórios

Válvula de bloqueio



Descrição

Formada por um único corpo contendo duas válvulas separadas: uma válvula de bloqueio e outra de alívio. Projetada para ser usada como uma válvula de retenção e pode ser montada diretamente nos geradores de vácuo, com sistema de alívio incorporado.

No caso de uma falha no suprimento de ar comprimido, este dispositivo fará com que o nível de vácuo seja mantido no sistema interno do gerador, impedindo que a carga se desprenda da ventosa, aumentando, assim, a segurança durante o transporte e redução do consumo de energia.

Este mecanismo pode ser desativado rapidamente, por meio de um sinal de ar comprimido no orifício de alívio da válvula de retenção.

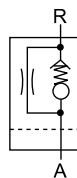
Sensores de pressão (vacuostato)



Características técnicas

Conexão elétrica	M8 - 4 pinos
Faixa de pressão	0 a -1 bar
Faixa de temperatura	0°C a +50°C
Umidade	35 a 85%
Grau de proteção	IP 65
Tempo de resposta	< 2 milisegundos = MPS-2 < 1 milisegundos = MPS-6
Repetibilidade	≤ 0,2%
Fluido	Ar comprimido com ou sem lubrificação

Válvula de fluxo



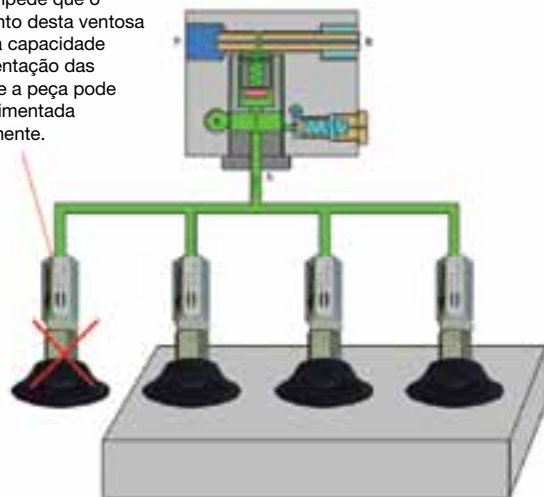
Descrição

Quando várias ventosas estão conectadas em um sistema único de geração de vácuo, como no caso de um levantamento, pode haver uma queda do material levantado se uma ou mais ventosas estiverem vazando, ou fora da superfície da carga.

Para prevenir tal situação, cada saída de vácuo deve ser provida de uma válvula de fluxo, para quando a pressão de vácuo for excessiva, a válvula se fecha, cessando o vazamento e evitando a perda de carga nas outras ventosas. Estas válvulas são bastante aplicadas em transporte de material laminado, papelão, caixas sobre correias transportadoras e onde os tamanhos da carga são desconhecidos.

• Esquema válvula de fluxo

A válvula limitadora de vazão impede que o vazamento desta ventosa reduza a capacidade de sustentação das demais e a peça pode ser movimentada normalmente.



Filtros de vácuo



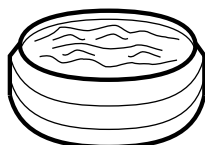
Características técnicas

Faixa de pressão	0 a -0,95 bar
Pressão máxima	5 bar
Faixa de temperatura	0°C a +60°C
Fluido	Ar comprimido e gases não corrosivos

Descrição

Os filtros são usados para impedir que impurezas entrem no sistema de vácuo, ocasionando danos ao mesmo. Estes filtros são recomendados principalmente quando se trabalha em ambientes empoeirados. Recomendamos a substituição do elemento filtrante periodicamente.

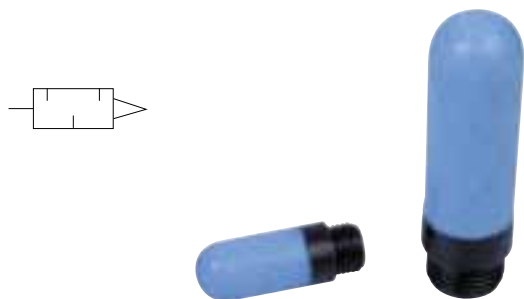
Filtros compactos



Filtros em latão que se encaixam diretamente nas ventosas.

Silenciador

Plástico sinterizado



Vacuômetro



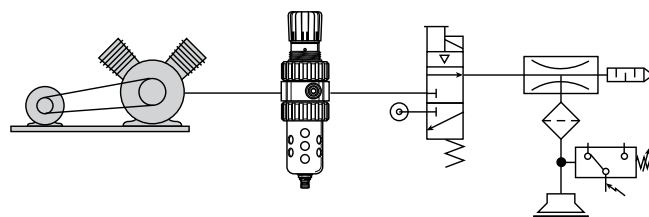
Características técnicas

Diâmetros	40 e 63 mm
Faixa de pressão	0 a - 1 bar
Faixa de temperatura	Até +60°C
Precisão	± 1,6 %

▷ O vacuômetro de Ø 63 mm é fornecido com faixas de pressão coloridas para melhor visualização.

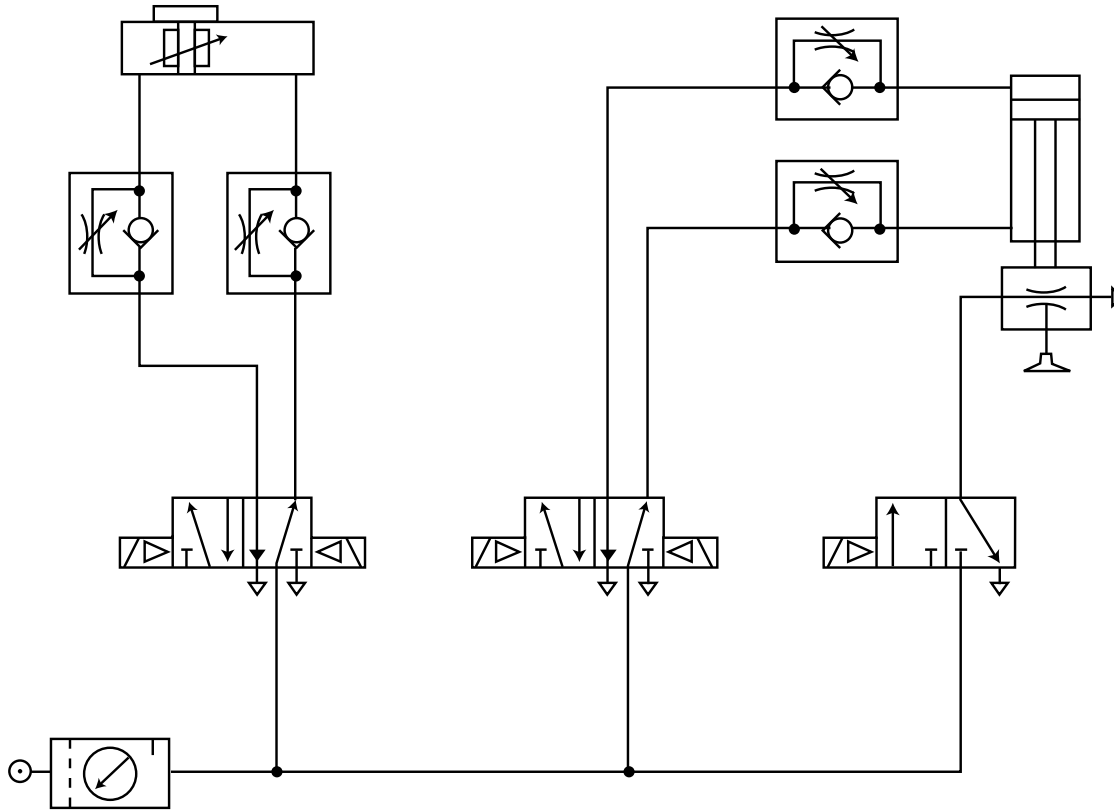
Advertência

Não operar o gerador de vácuo fora das escalas de temperatura e pressão especificadas neste catálogo. É sempre recomendado utilizar uma ventosa para cada gerador, isso maximiza o nível de vácuo e reduz o tempo de resposta. Se isso não for possível, recomenda-se o uso da válvula de fluxo Série FSV, para quando a pressão de vácuo for excessiva, a válvula se feche, cessando o vazamento e evitando a perda de carga nas outras ventosas. Não use o gerador com gases corrosivos, os geradores são designados para trabalhar sem lubrificação, com ar comprimido. Não operar o gerador fora da escala de temperatura e pressão, especificadas neste catálogo. Regular o ar comprimido para 4,8 bar e utilizar um filtro de, no máximo, 40 micra. A não lubrificação do ar comprimido permitirá manter as características e o nível de vácuo do gerador de vácuo, aumentando seu tempo de vida. O circuito de vácuo normalmente fechado interrompe o fornecimento de ar no sistema (venturi) nos instantes de E-Stop e falha de energia, podendo provocar a queda da carga, criando um ambiente de alta periculosidade. Para evitar esta situação em E-Stop e falha de energia, mantenha o circuito de vácuo no estado normalmente aberto. Verifique a isolamento de toda fiação para evitar curto circuito. Na instalação dos solenóides e vacuostatos, verificar se a polaridade está correta antes de conectar o gerador de vácuo à energia. Voltagem errada, curto circuito e sobretensão danificam o equipamento.



Exemplo de aplicação

- Circuito com sistema de vácuo





**Seleção de um cilindro pneumático
(cálculo de força e consumo de ar)**

Tipos de cilindros pneumáticos

Guias lineares

Tipos de montagens para cilindros

Cilindros pneumáticos

Hydro-Check

Sincronismo de movimentos

Motores pneumáticos

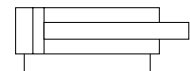
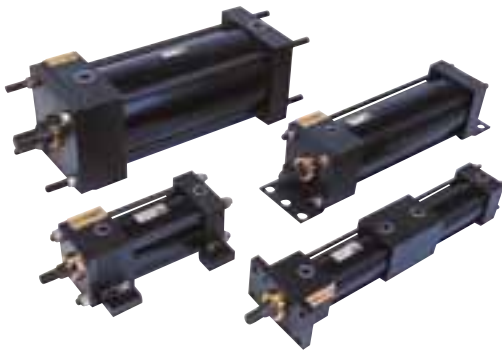
Osciladores pneumáticos

Garras pneumáticas

Vedações



Atuadores pneumáticos



Simbologia

Vimos anteriormente como é gerado e preparado o ar comprimido. Veremos agora como ele é colocado para trabalhar. Na determinação e aplicação de um comando, por regra geral, se conhece inicialmente a força ou torque de ação final requerida, que deve ser aplicada em um ponto determinado para se obter o efeito desejado.

É necessário, portanto, dispor de um dispositivo que converta em trabalho a energia contida no ar comprimido. Os conversores de energia são os dispositivos utilizados para tal fim.

Em um circuito qualquer, o conversor é ligado mecanicamente à carga. Assim, ao ser influenciado pelo ar comprimido, sua energia é convertida em força ou torque, que é transferido para a carga.

Classificação dos conversores de energia

Estão divididos em três grupos:

- Os que produzem movimentos lineares;
- Os que produzem movimentos rotativos;
- Os que produzem movimentos oscilantes.

Lineares

São constituídos de componentes que convertem a energia pneumática em movimento linear ou angular.

São representados pelos cilindros pneumáticos. Dependendo da natureza dos movimentos, velocidade, força, curso, haverá um mais adequado para a função.

Rotativos

Convertem energia pneumática em energia mecânica, através de momento tórcor contínuo.

Oscilantes

Convertem energia pneumática em energia mecânica, através de momento tórcor limitado por um determinado número de graus.

Controle da velocidade de deslocamento do êmbolo

Em função da aplicação do cilindro, pode-se desejar que a velocidade de deslocamento do êmbolo seja máxima. Neste caso, recomenda-se utilizar uma válvula de escape rápido (vide válvulas auxiliares) conectada através de um niple diretamente ao cabeçote do cilindro: no cabeçote dianteiro para velocidade máxima no avanço, e no cabeçote traseiro quando se deseja acelerar o movimento de recuo do êmbolo. Mas quando se deseja controlar a velocidade, com o intuito de reduzi-la, aplica-se então a válvula de controle de fluxo unidirecional (vide válvulas auxiliares), restringindo-se sempre o fluxo de ar que está saindo do cilindro. Conforme a necessidade deste ajuste, existe um modelo de válvula adequado.

Se necessitamos de maior sensibilidade, devemos empregar válvulas controladoras de fluxo, no caso oposto, um simples silenciador com controle de fluxo em cada orifício de escape da válvula direcional que comanda o cilindro pode resolver o problema. Quando o sistema requer velocidades baixas e com alta sensibilidade de controle, o que aparentemente é impossível devido à compressibilidade do ar, a solução está na aplicação do "Hydro-Check" - Controlador Hidráulico de Velocidade.

Seleção de um cilindro pneumático

Para que possamos dimensionar um cilindro, partimos de algumas informações básicas, a saber:

- Qual a força que o cilindro deverá desenvolver?
- Qual a pressão de trabalho?
- Qual o curso de trabalho?

Naturalmente, esses dados são em função da aplicação que se deseja do cilindro. Recomenda-se que a pressão de trabalho não ultrapasse 80% do valor da pressão disponível na rede de ar.

Vamos imaginar, como exemplo, que queremos selecionar um cilindro para levantar uma carga frágil de aproximadamente 4900 N. O primeiro passo é a correção da força para que tenhamos a força real que o cilindro vai desenvolver (considerando-se atrito interno, inércia, etc). Para isso, devemos multiplicar a força dada no projeto (4900 N) por um fator escolhido na tabela abaixo.

Fatores de correção da força

Velocidade de deslocamento da haste do cilindro	Exemplo	Fator de correção (Fc)
Lenta com carga aplicada somente no fim do curso	Operação de rebitagem	1,25
Lenta com carga aplicada em todo o desenvolvimento do curso	Talha pneumática	1,35
Rápida com carga aplicada somente no fim do curso	Operação de estampagem	1,35
Rápida com carga aplicada em todo o desenvolvimento do curso	Deslocamento de mesas	1,50

Observação:

- A força de projeto é dada na direção e sentido do deslocamento do pistão. Assim, como a nossa carga é frágil, deveremos ter velocidade lenta e a carga aplicada em todo o desenvolvimento do curso $F_c = 1,35$ ($4900 \times 1,35 = 6615$)

Fórmula para o cálculo da força

$$F = P \cdot A$$

- F** = Força (kgf)
P = Pressão de trabalho (kgf/cm²; bar)
A = Área do êmbolo (cm²)
D = Diâmetro do êmbolo (cm)
 π = 3,14

Fórmula para o cálculo da área

$$A = \frac{D^2 \cdot \pi}{4}$$

$$A = \pi \cdot R^2$$

Cálculo do consumo de ar de um cilindro pneumático

O primeiro passo para se calcular o consumo de ar em um cilindro pneumático é determinar a velocidade através da fórmula:

$$V = \frac{L}{t} \quad \text{onde:}$$

L = Curso do cilindro em dm.
t = Tempo para realizar o curso (avanço ou retorno) vale o que for menor.
V = Velocidade de deslocamento (dm/s).

ou

$$V = n_c \cdot L \cdot 2 \quad \text{onde:}$$

V = Velocidade de deslocamento (dm/s).
n_c = Número de ciclos por segundo.
L = Curso do cilindro em dm.

Calculada a velocidade de deslocamento, determinamos o consumo de ar através da fórmula:

$$Q = V \cdot A \cdot T_c \quad \text{onde:}$$

Q = Consumo de ar (N dm³/s ou NI/s), onde N = normal.
V = Velocidade de deslocamento (dm/s) - usar sempre a maior.
A = Área do cilindro (dm²).
T_c (Taxa de compressão) = $\frac{1,013 + \text{pressão de trabalho}}{1,013}$

OU

$$C = \frac{A \times 2L \times n_c \times (p_t + 1,013)}{1,013 \times 10^6}$$

C = Consumo de ar (l/seg)
A = Área efetiva do pistão (mm²)
L = Curso (mm)
n_c = Número de ciclos por segundo
p_t = Pressão (bar)

Tipos de cilindros pneumáticos

Os cilindros se diferenciam entre si por detalhes construtivos, em função de suas características de funcionamento e utilização.

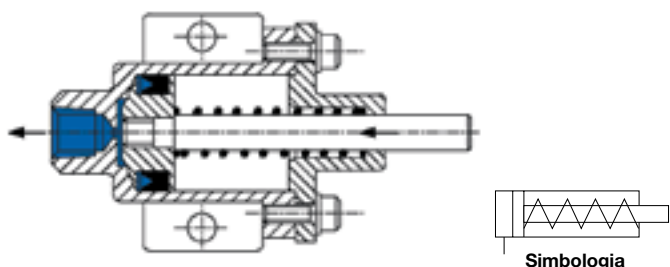
Basicamente, existem dois tipos de cilindros:

- Simples efeito ou simples ação
- Duplo efeito ou dupla ação, com e sem amortecimento.

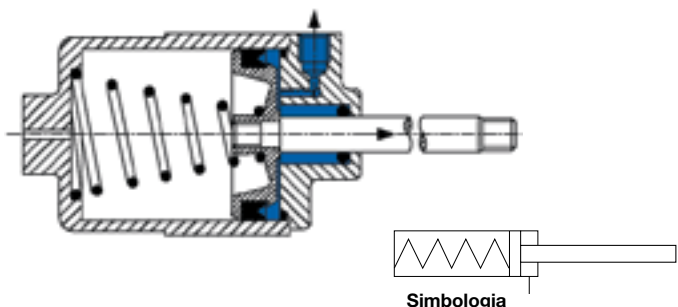
Além de outros tipos de construção derivados como:

- Cilindro de dupla ação com haste dupla
- Cilindro duplex contínuo (Tandem)
- Cilindro duplex geminado (múltiplas posições)
- Cilindro de impacto
- Cilindro de tração por cabos

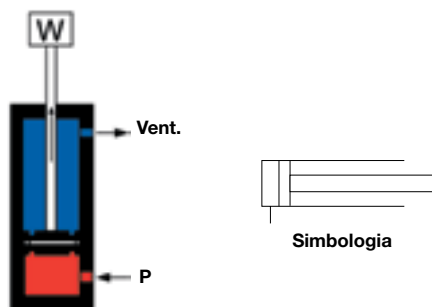
- Cilindro simples ação retorno por mola



- Cilindro de simples ação com avanço por mola e retorno por ar comprimido



- Cilindro simples ação retorno por força externa



Cilindro de simples efeito ou simples ação

Recebe esta denominação porque utiliza ar comprimido para conduzir trabalho em um único sentido de movimento, seja para avanço ou retorno. Este tipo de cilindro possui somente um orifício por onde o ar entra e sai do seu interior, comandado por uma válvula. Na extremidade oposta à de entrada, é dotado de um pequeno orifício que serve de respiro, visando impedir a formação de contrapressão internamente, causada pelo ar residual de montagem. O retorno, em geral, é efetuado por ação de mola e força externa. Quando o ar é exaurido, o pistão (haste + êmbolo) volta para a posição inicial. Pelo próprio princípio de funcionamento, limita sua construção a modelos cujos cursos não excedem a 75 mm, para diâmetro de 25 mm, ou cursos de 125 mm, para diâmetro de 55 mm.

Para cursos maiores, o retorno é propiciado pela gravidade ou força externa, porém o cilindro deve ser montado em posição vertical, conforme A, onde o ar comprimido realiza o avanço. A carga W, sob a força da gravidade, efetua o retorno. O retorno também pode ser efetuado por meio de um colchão de ar comprimido, formando uma mola pneumática. Este recurso é utilizado quando os cursos são longos e a colocação de uma mola extensa seria inconveniente. Nesse caso, utiliza-se um cilindro de dupla ação, onde a câmara dianteira é mantida pressurizada com uma pressão pré-calculada, formando uma mola que, está relacionada diretamente com a força que o cilindro deve produzir, sem sofrer redução.

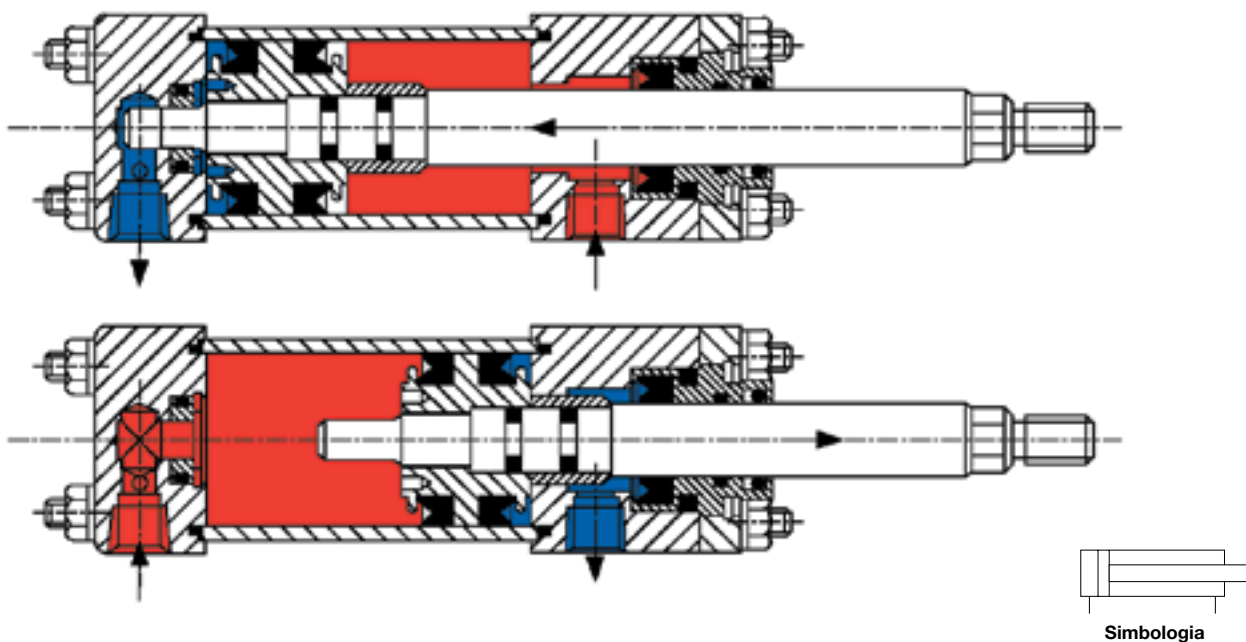
Os cilindros que possuem retorno por mola contrapressão ou avanço por mola podem ser montados em qualquer posição, pois independem de outros agentes. Deve-se notar que o emprego de uma mola mais rígida, para garantir um retorno ou avanço, vai requerer uma maior pressão por parte do movimento oposto, para que o trabalho possa ser realizado sem redução. No dimensionamento da força do cilindro, deve-se levar em conta que uma parcela de energia cedida pelo ar comprimido será absorvida pela mola. Em condições normais, a mola possui força suficiente para cumprir sua função, sem absorver demasiada energia. Os cilindros de simples ação com retorno por mola são muito utilizados em operações de fixação, marcação, rotulação, expulsão de peças e alimentação de dispositivos; os cilindros de simples ação com avanço por mola e retorno por ar comprimido são empregados em alguns sistemas de freio, segurança, posições de travamento e trabalhos leves em geral.

Cilindro de duplo efeito ou dupla ação

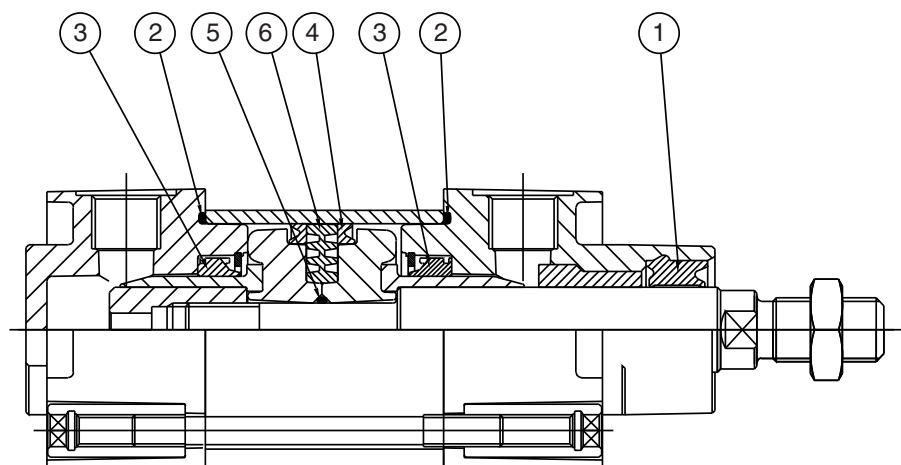
Quando um cilindro pneumático utiliza ar comprimido para produzir trabalho em ambos os sentidos de movimento (avanço e retorno), diz-se que é um cilindro de dupla ação, o tipo mais comum de utilização. Sua característica principal, pela definição, é o fato de se poder utilizar tanto o avanço quanto o retorno para desenvolvimento de trabalho. Existe, porém, uma diferença quanto ao esforço desenvolvido: as áreas efetivas de atuação da pressão são diferentes; a área da câmara traseira é maior que a da câmara dianteira, pois nesta há de se levar em conta o diâmetro da haste, que impede a ação do ar sobre toda a área. O ar comprimido é admitido e liberado alternadamente por dois orifícios existentes nos cabeçotes, um no traseiro e outro no dianteiro que, agindo sobre o êmbolo, provocam os movimentos de avanço e retorno.

Quando uma câmara está admitindo ar, a outra está em comunicação com a atmosfera. Esta operação é mantida até o momento de inversão da válvula de comando; alternando a admissão do ar nas câmaras, o pistão se desloca em sentido contrário.

• Cilindro de dupla ação



Vedações



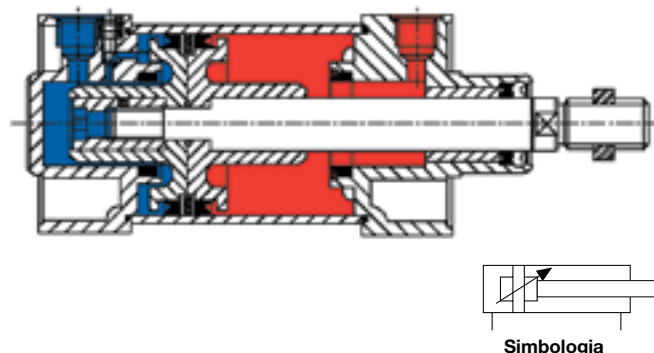
Item	Qtde	Descrição
1	02	Guarnição da haste
2	02	Guarnição O'Ring
3	02	Guarnição de amortecimento
4	02	Guarnição do pistão
5	01	Guarnição O'Ring
6	01	Anel guia do pistão
6A	02	Anel bipartido

▷ O anel bipartido (item 6A) é utilizado somente nos kits de cilindros magnéticos de Ø 80 e 100 mm.

Cilindros normalizados

Com o objetivo de proporcionar intercambiabilidade em nível mundial em termos de equipamentos, uma tendência natural dos fabricantes é a de produzir, dentro de sua linha, componentes que atendem a Normas Técnicas Internacionais.

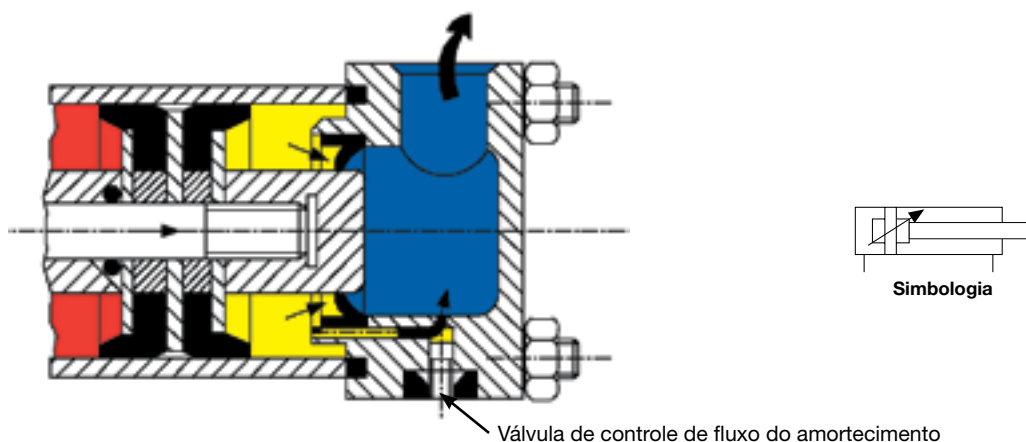
No caso, o cilindro ao lado é construído conforme as normas ISO 6431 e DIN 24335. Dessa forma, desde o material construtivo até suas dimensões em milímetros são padronizados. Nos demais, todas as outras características funcionais são similares às dos cilindros convencionais.



Cilindro com amortecimento

Projetado para controlar movimentos de grandes massas e desacelerar o pistão nos fins de curso, tem a sua vida útil prolongada em relação aos tipos sem amortecimento. Este amortecimento tem a finalidade de evitar as cargas de choque, transmitidas aos cabeçotes e ao pistão, no final de cada curso, absorvendo-as. Em cilindros de diâmetro muito pequeno, esse recurso não é aplicável, pois utiliza espaços não disponíveis nos cabeçotes e nem haveria necessidade, pois o esforço desenvolvido é pequeno e não chega a adquirir muita inércia. Serão dotados de amortecimento (quando necessário) os cilindros que possuírem diâmetros superiores a 20 mm e cursos acima de 50 mm, caso contrário, não é viável sua construção. O amortecimento é criado pelo aprisionamento de certa quantidade de ar no final do curso. Isso é feito quando um colar que envolve a haste começa a ser encaixado numa guarnição, vedando a saída principal do ar e forçando-o por uma restrição fixa ou regulável, através da qual escoará com vazão menor. Isso causa uma desaceleração gradativa na velocidade do pistão e absorve o choque.

• Cilindro de dupla ação com duplo amortecimento



Um bom aproveitamento é conseguido quando é utilizado o curso completo do cilindro, pois o amortecimento só é adaptável nos finais de curso. Provido desse recurso, o tempo gasto durante cada ciclo completo se torna maior e existem perdas em cada desaceleração do pistão.

Cilindros derivados

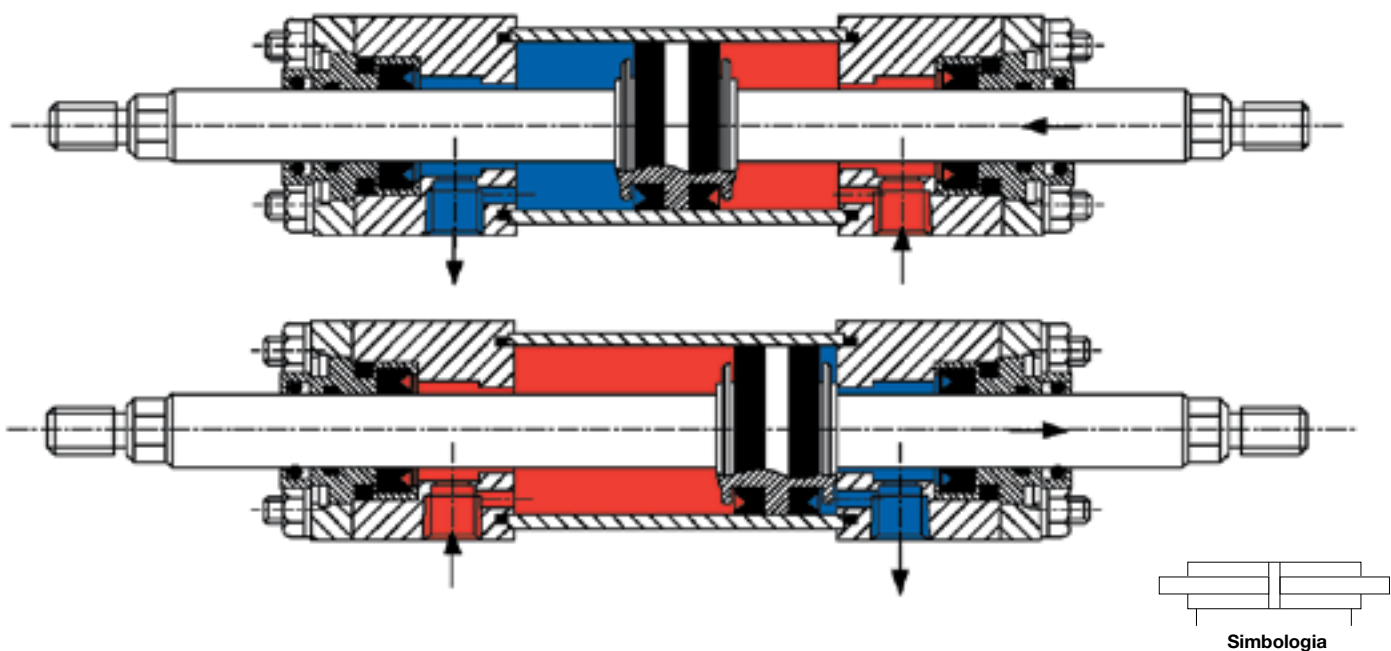
Geralmente, os cilindros são construídos segundo as formas vistas anteriormente, pois podem se adaptar facilmente às diversas aplicações. Muitas vezes é necessária a construção de cilindros derivados para se poder usá-los de forma racional em certas aplicações; estes cilindros são distintos segundo os fabricantes. Para alguns, eles representam realmente um produto especial; para outros, significam uma construção normal, devido à sua difusão e aplicações.

Cilindro de haste dupla

Este tipo de cilindro (dupla ação) de haste dupla vem encontrando grandes aplicações na indústria. Possui duas hastes unidas ao mesmo êmbolo. Enquanto uma das hastes realiza trabalho, a outra pode ser utilizada no comando de fins de curso ou dispositivos que não possam ser posicionados ao longo da oposta. Apresentam, ainda, a possibilidade de variação do curso de avanço, o que é bastante favorável, principalmente em operações de usinagem. As duas faces do êmbolo possuem geralmente a mesma área, o que possibilita transmitir forças iguais em ambos os sentidos de movimentação. Apresenta dois mancais de guia, um em cada cabeçote, oferecendo mais resistência a cargas laterais, que podem ser causadas pela aplicação, bem como melhor alinhamento. De acordo com o dispositivo em que for adaptado, este cilindro pode apresentar uma série de outras aplicações.

Pode ser fixado pelas extremidades das hastes, deixando o corpo livre, ou fixado pelo corpo, permitindo que as hastes se desloquem. Como exemplo típico, considera-se o caso da automação de mesas de máquinas operatrizes e máquinas de injeção.

• Cilindro de dupla ação e haste dupla



Regulagem de curso nos cilindros de dupla ação

Neste caso, a regulagem é feita por intermédio de um parafuso que atravessa o cabeçote traseiro, permitindo que o curso seja regulado conforme o deslocamento do parafuso.

Regulagem de curso nos cilindros de haste dupla

Um tubo metálico é roscado na extremidade prolongada da haste. A seguir, é roscada uma porca. Este tubo metálico servirá de espaçador e a porca será para sua fixação. Com o deslocamento do pistão, o tubo encosta no cabeçote do cilindro, limitando o curso. Para se efetuar variação no curso, a porca é afrouxada, o tubo é deslocado para o curso desejado e depois fixado novamente.

É possível se conseguir regulagem do curso de um cilindro por meio de válvulas estrategicamente colocadas durante o curso e que são acionadas por meio de dispositivos de cames, ligados à própria haste do cilindro. Ao serem acionadas, enviam sinais que irão proporcionar a parada do pistão, revertendo ou não o sentido do movimento.

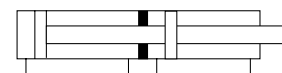
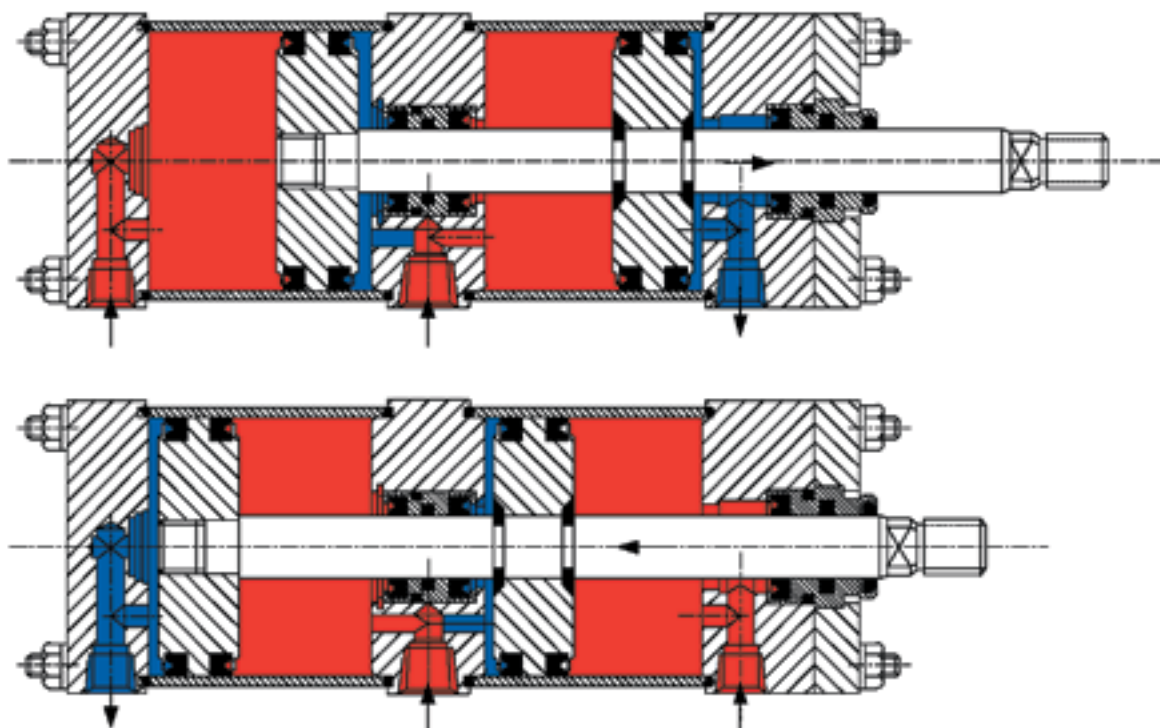
Cilindro duplex contínuo ou cilindro tandem

Dotado de dois êmbolos unidos por uma haste comum, separados entre si por meio de um cabeçote intermediário, possui entradas de ar independentes.

Devido à sua forma construtiva, dois cilindros (de Dupla Ação) em série numa mesma camisa, com entradas de ar independentes, ao ser injetado ar comprimido simultaneamente nas duas câmaras, no sentido de avanço ou retorno, ocorre atuação sobre as duas faces do êmbolo, de tal modo que a força produzida é a somatória das forças individuais de cada êmbolo. Isso permite dispor de maior força tanto no avanço, como no retorno.

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

- Cilindro duplex contínuo ou cilindro tandem

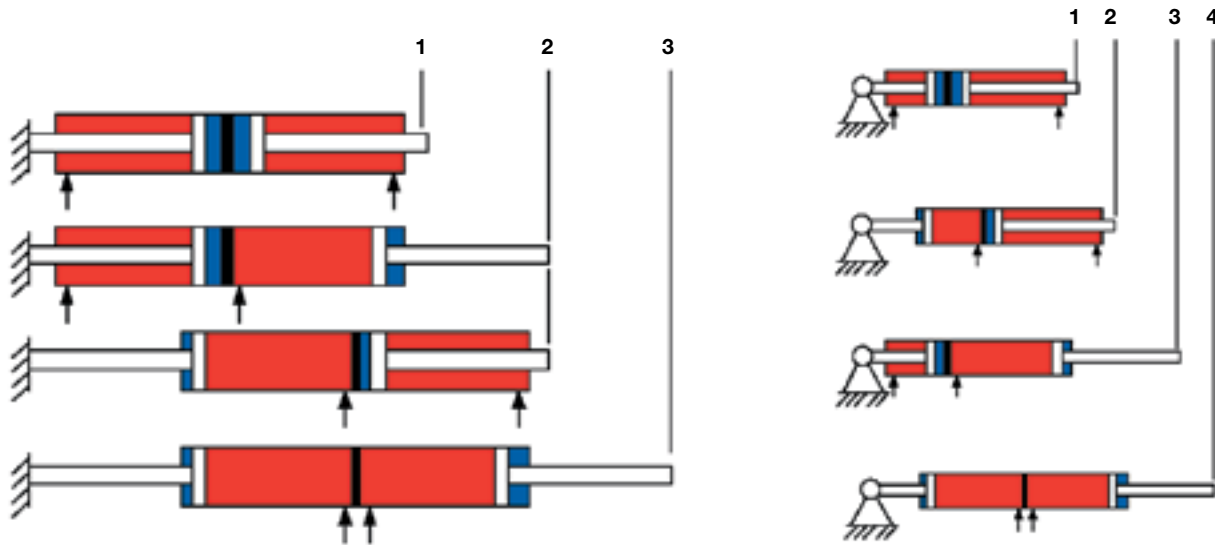
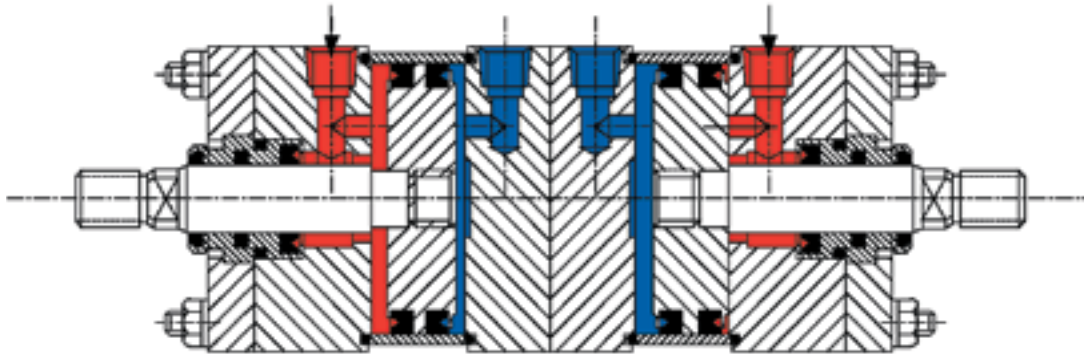


Simbologia

Cilindro duplex geminado

Consiste em dois ou mais cilindros de dupla ação, unidos entre si, possuindo cada um entradas de ar independentes. Essa união possibilita a obtenção de três, quatro ou mais posições distintas. As posições são obtidas em função da combinação entre as entradas de ar comprimido e os cursos correspondentes. É aplicado em circuitos de seleção, distribuição, posicionamentos, comandos de dosagens e transportes de peças para operações sucessivas.

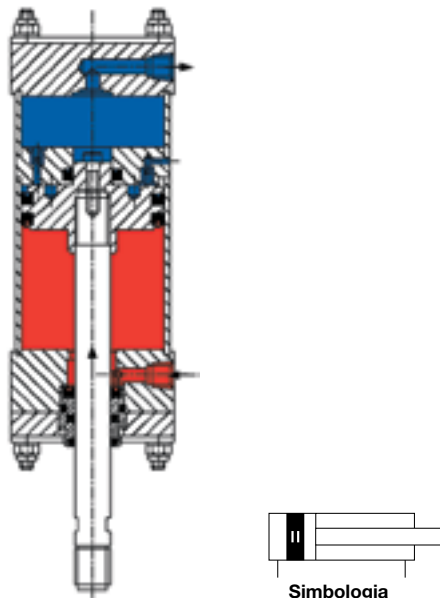
- Cilindro duplex geminado ou múltiplas posições



Cilindro de impacto

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

- Cilindro duplex geminado ou múltiplas posições

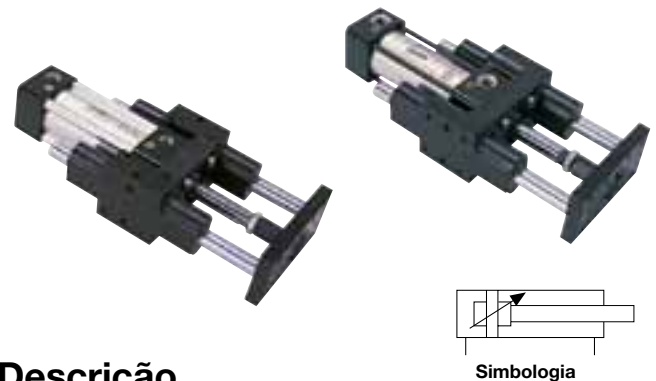


- Dispõe internamente de uma pré-câmara (reservatório).
- O êmbolo, na parte traseira, é dotado de um prolongamento.
- Na parede divisória da pré-câmara, existem duas válvulas de retenção. Estas modificações permitem que o cilindro desenvolva impacto, devido à alta energia cinética obtida pela utilização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

Assim, um cilindro de impacto com diâmetro de 102 mm, acionado por uma pressão de 700 kPa, desenvolve uma força de impacto equivalente a 35304 N, enquanto que um cilindro normal, de mesmo diâmetro e de mesma pressão, atinge somente 5296 N. Ao ser comandado, o ar comprimido enviado ao cilindro é retido inicialmente e acumulado na pré-câmara interna, atuando sobre a pequena área da secção do prolongamento do êmbolo. Quando a pressão do pistão atinge um valor suficiente, inicia-se o deslocamento do pistão. Este avança lentamente até que, em determinado instante, o prolongamento do êmbolo se desaloja da parede divisória e permite que todo o ar armazenado escoe rapidamente, atuando sobre a área do êmbolo. No instante em que ocorre a expansão brusca do ar, o pistão adquire velocidade crescente até atingir a faixa onde deverá ser melhor empregado. O impacto é produzido através da transformação da energia cinética fornecida ao pistão, acrescida da

ação do ar comprimido sobre o êmbolo. Quando se necessitam de grandes forças durante curtos espaços de tempo, como é o caso de rebitagens, gravações, cortes, etc., este é o equipamento que melhor se adapta. No entanto, ele não se presta a trabalhos com grandes deformações. Sua velocidade tende a diminuir após certo curso, em razão da resistência oferecida pelo material ou pela existência de amortecimento no cabeçote dianteiro. As duas válvulas de retenção já mencionadas possuem funções distintas. Uma delas tem por função permitir que o cilindro retorne totalmente à posição inicial; o prolongamento do êmbolo veda a passagem principal do ar. A outra válvula permite que a pressão atmosférica atue sobre o êmbolo, evitando uma soldagem entre a parede divisória e o êmbolo, devido à eliminação quase que total do ar entre os dois, o que tenderia à formação de um vácuo parcial.

Guias lineares



Descrição

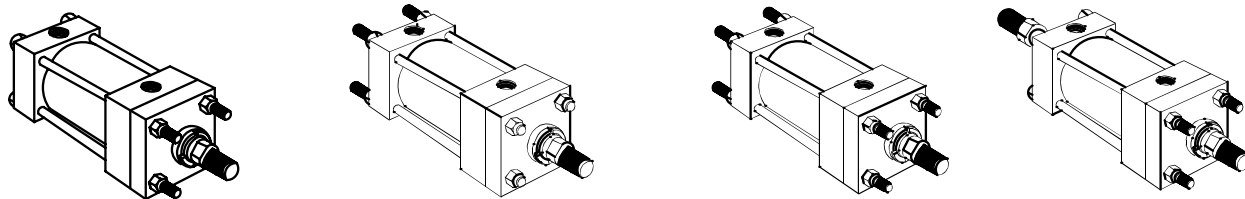
As guias lineares foram projetadas para oferecer maior precisão de movimento para cilindros pneumáticos, evitando o giro da haste. Podem ser acopladas em cilindros Mini ISO (\varnothing 12 a 25 mm) e ISO (\varnothing 32 a 100 mm). O projeto, aliado à utilização de componentes mecânicos de alta precisão, garante às guias alto desempenho, tanto para as forças de carregamento quanto para os momentos envolvidos no projeto. Os corpos das guias são feitos em alumínio, com objetivo de permitir um conjunto leve e compacto. O desenho da placa dianteira permite a montagem combinada com toda a linha de atuadores lineares, cilindros rotativos e garras. As guias podem ser montadas em qualquer posição, proporcionando maior versatilidade ao projeto.

Materiais

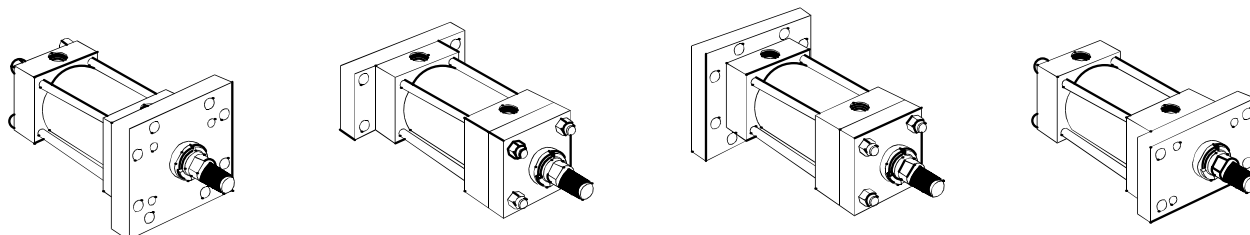
Corpo	Alumínio
Haste	Aço inox (\varnothing 12 a 25 mm) Aço SAE 1045 cromado (\varnothing 32 a 100 mm)
Placa dianteira	Alumínio

Tipos de montagens para cilindros

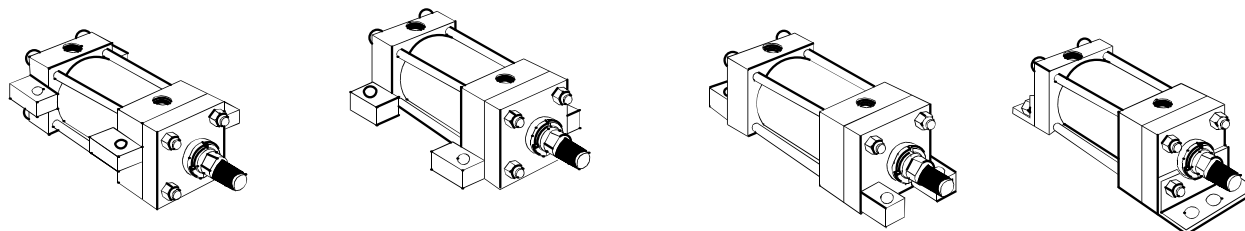
Montagem por extensão dos tirantes



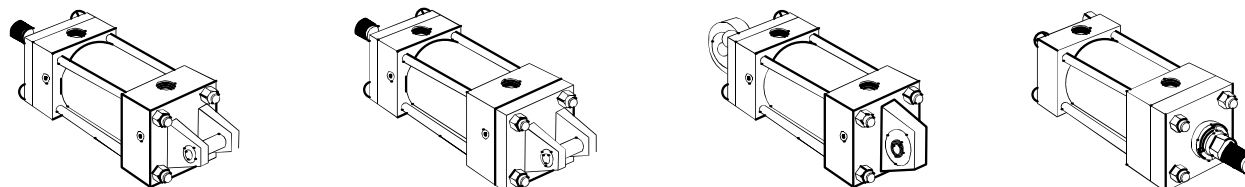
Montagem por flange



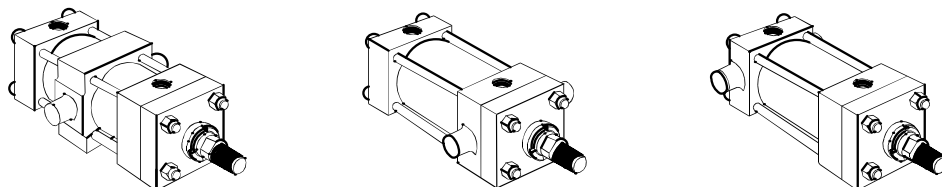
Montagem por orelhas laterais e cantoneiras



Montagem articulada e básica

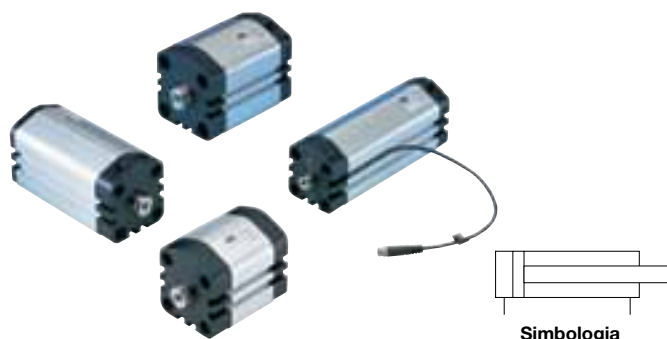


Montagem por munhão



Cilindros pneumáticos

Cilindros compactos



Características técnicas

Diâmetros	12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80 e 100 mm
Tipo	Dupla ação
Faixa de pressão	Até 10 bar
Faixa de temperatura	-20°C a +80°C (Standard) -10°C a +150°C (FKM)
Fluido	Ar comprimido filtrado, lubrificado ou não

Materiais

Haste	Aço Inoxidável
Vedação da haste	Poliuretano
Cabeçotes	Alumínio (pintura eletrostática)
Vedações	Poliuretano e NBR (opcional FKM)
Corpo do cilindro	Alumínio

▷ Pré-lubrificados com graxa Lube-A-Cyl.

Forças teóricas (N)

As forças indicadas são teóricas e podem sofrer alterações de acordo com as condições de trabalho.

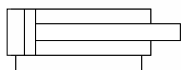
Diâmetro do cilindro (mm)	Diâmetro da haste (mm)	Área efetiva (mm ²)		Força teórica a 6 bar (N)	
		Avanço	Retorno	Avanço	Retorno
12	6	113,10	84,82	67,86	50,89
16	8	201,06	150,80	120,64	90,48
20	10	314,16	235,62	188,50	141,37
25	10	490,87	412,33	294,52	247,40
32	12	804,25	691,15	482,55	414,69
40	16	1256,64	1055,58	753,98	633,35
50	20	1963,50	1649,34	1178,10	989,60
63	20	3117,25	2803,09	1870,35	1681,85
80	25	5026,55	4535,67	3015,93	2721,40
100	25	7853,98	7363,11	4712,39	4417,86

Descrição

Apresentada em uma série versátil, com diversas opções de combinações das roscas de alimentação, canais para instalação dos sensores e uma das mais compactas do mercado, esta série de cilindros está em condições de atender a uma extensa gama de aplicações. A série é composta por cilindros com 10 diferentes diâmetros, de 12 a 100 mm, com cursos de 5 mm a 500 mm. São fornecidos pré-lubrificado, portanto, normalmente não necessitam de lubrificação adicional, mas, caso seja aplicada, esta deverá ser mantida em regime contínuo através de um lubrificador de linha. Os canais internos do tubo permitem a comunicação entre os cabeçotes, transferindo ar para as duas extremidades do cilindro. As posições das roscas de alimentação podem ser especificadas de diferentes maneiras, atendendo às diversas aplicações e/ou necessidades de cada cliente. Como opções temos: radial na tampa dianteira, radial ou axial na tampa traseira, alimentação somente na tampa traseira ou em ambas. A flexibilidade de opções das roscas de alimentação, juntamente com uma escolha do tipo de montagem, garante que esta série pode ser usada em várias aplicações. É especialmente indicada nas aplicações onde o espaço é limitado, como por exemplo, nas indústrias de embalagens, eletrônicos e outros.

Além da versão básica, como haste em aço inox, êmbolo magnético e amortecimento fixo traseiro, a série inclui outras opções, tais como: guias externas, haste passante, roscas macho e fêmea nas hastes. Os canais integrados ao corpo do tubo garantem uma fácil e rápida instalação dos sensores, não prejudicando o design externo do cilindro. O fato desses canais serem duplos permite a instalação agrupada dos sensores. Para os cilindros de Ø 32 mm até 100 mm, os orifícios de fixação e os seus acessórios estão de acordo com a Norma ISO 6431, VDMA 24562 e AFNOR.

Cilindros Mini ISO



Simbologia

Características técnicas

Diâmetros	10, 12, 16, 20 e 25 mm
Tipo	Dupla ação
Faixa de pressão	Até 10 bar
Faixa de temperatura	-20°C a +80°C
Fluido	Ar comprimido filtrado, lubrificado ou não

Materiais

Haste	Aço Inoxidável
Vedação da haste	Poliuretano
Mancal da haste	Acetal
Cabeçotes	Alumínio
Vedações	Poliuretano (Ø 10, 12 e 16 mm) NBR (Ø 20 e 25 mm)
Camisa do cilindro	Aço inoxidável

▷ Pré-lubrificadas com graxa Lube-A-Cyl.

Descrição

Esta versão de cilindros Série Mini ISO é indicada para uso em aplicações gerais, sendo particularmente apropriada às indústrias de embalagens, alimentícias e têxteis.

Devido ao material utilizado, esta série de cilindros permite contato direto com água. Os cilindros são fornecidos pré-lubrificadas, sendo que, normalmente, não é necessária lubrificação adicional. Caso seja aplicada, deverá ser mantida em regime contínuo através de um lubrificador de linha.

Esta série possui um sistema de desmontagem dos cabeçotes, permitindo a troca de vedações, proporcionando maior vida útil ao produto e redução do custo de manutenção.

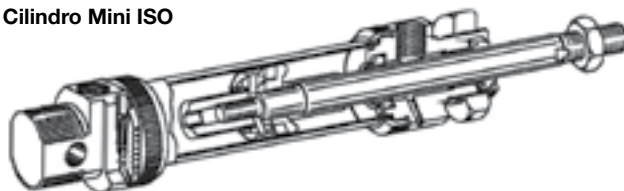
Todas as montagens estão de acordo com as normas ISO 6432 e CETOP RP 52P, garantindo facilidade de instalação e total intercambialidade.

Os novos cilindros Mini ISO estão disponíveis nos diâmetros 10, 12, 16, 20 e 25 mm, êmbolo magnético standard e amortecimento pneumático fixo (todos) ou ajustável (Ø 25 mm).

Versões disponíveis

- Dupla ação com amortecimento fixo
- Dupla ação com amortecimento ajustável (Ø 25 mm)
- Dupla ação com haste passante

• Cilindro Mini ISO

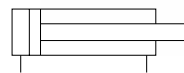


Forças teóricas (N)

As forças indicadas são teóricas e podem sofrer alterações de acordo com as condições de trabalho.

Diâmetro do cilindro (mm)	Diâmetro da haste (mm)	Área efetiva (mm ²)		Força teórica a 6 bar (N)	
		Avanço	Retorno	Avanço	Retorno
10	4	78,54	65,97	47,12	39,58
12	6	113,10	84,82	67,86	50,89
16	6	201,06	172,79	120,64	103,67
20	8	314,16	263,89	188,50	158,34
25	10	490,87	412,33	294,52	247,40

Cilindros ISO



Simbologia

Características técnicas

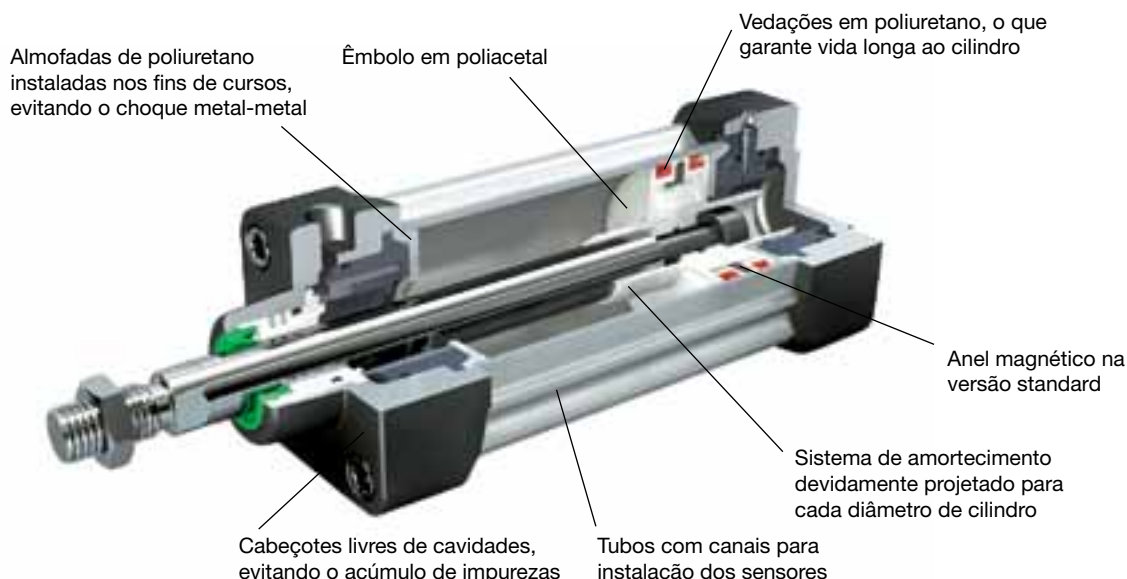
Diâmetro	32, 40, 50, 63, 80, 100, 125 mm
Tipo	Dupla ação
Faixa de pressão	Até 10 bar
Faixa de temperatura	-10°C a +80°C
Fluido	Ar comprimido filtrado, lubrificado ou não

Materiais

Haste	Aço SAE 1045 cromado ou aço inoxidável
Cabeçotes	Alumínio
Vedações	Poliuretano e NBR
Camisa do cilindro	Alumínio anodizado
Êmbolo	Poliacetil

▷ Pré-lubrificado com graxa Lube-A-Cyl.

Principais características construtivas



Descrição

Os cilindros ISO Série P1D possuem tubo em alumínio perfilado e anodizado, com canais para sensores do tipo Drop In, protegendo tanto o sensor quanto o cabo elétrico e cabeçotes sem cavidades, o que reduz o acúmulo de impurezas suspensas na atmosfera.

O pistão, em poliacetal, é montado com vedações em poliuretano, resultando em menor peso e maior vida útil ao cilindro, e o baixo nível de ruído é garantido através de placas de poliuretano instaladas nos fins de cursos dos cilindros, que evitam o choque metal-metal.

Versões disponíveis

- Tubo perfilado com canais para sensor
- Tirantado
- Dupla ação
- Haste passante

Tipos de montagens

- Básico
- Flange dianteira - MF1
- Flange traseira - MF2
- Cantoneiras - MS1
- Articulação fêmea - MP2
- Articulação macho - MP4
- Munhão central
- Munhão dianteiro
- Munhão traseiro

Outras versões (sob consulta)

- Haste passante



- Duplex geminado



- Versão com trava na haste (Rod lock)



- Duplex contínuo



- Posições de alimentação flexíveis



- Versão Clean Design



Forças teóricas (N)

As forças indicadas são teóricas e podem sofrer alterações de acordo com as condições de trabalho.

Diâmetro do cilindro (mm)	Diâmetro da haste (mm)	Área efetiva (mm ²)		Força teórica a 6 bar (N)	
		Avanço	Retorno	Avanço	Retorno
32	12	804,25	691,15	482,55	414,69
40	16	1256,64	1055,58	753,98	633,35
50	20	1963,50	1649,34	1178,10	989,60
63	20	3117,25	2803,09	1870,35	1681,85
80	25	5026,55	4535,67	3015,93	2721,40
100	25	7853,98	7363,11	4712,39	4417,86
125	32	12271,85	11467,60	7363,11	6880,56
160	40	20106,19	18849,56	12063,72	11309,73
200	40	31415,93	30159,29	18849,56	18095,57

Curso padrão (de acordo com a Norma ISO 4393)

Versão	Ø (mm)	Curso padrão (mm)												
		25	30	40	50	80	100	125	160	200	250	320	400	500
Dupla ação	32	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	40	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	50	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	63	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	80	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	100	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	125	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	160	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
200	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	

Cilindro com trava na haste (Rod lock)



Simbologia

Características técnicas

Diâmetros	32 a 125 mm
Máxima pressão de trabalho	145 psi (10 bar)
Faixa de temperatura de operação	-10°C a +80°C
Mínima pressão para destravamento	58 psi (4 bar)
Máxima velocidade de operação	1,5 m/s

Forças de travamento

Diâmetro do cilindro (mm)	Força de travamento	
	N	lbs
32	550	123
40	860	193
50	1345	303
63	2140	481
80	3450	755
100	5390	1211
125	8425	1894

Ligações do dispositivo de travamento da haste

O ar para a abertura do dispositivo de travamento da haste, pode ser obtido diretamente de uma alimentação do ar principal, ou de um suprimento (alimentação auxiliar) que controla o próprio dispositivo.

Para o controle da operação do dispositivo de travamento da haste, é usado uma válvula que despressuriza rapidamente o dispositivo. A haste do pistão não deve estar em movimento quando

o dispositivo de travamento estiver ativado. Não é pretendido que o dispositivo de travamento da haste faça a frenagem de um movimento, ou seja, parada da haste e ativação do dispositivo, são operações distintas e sequenciais.

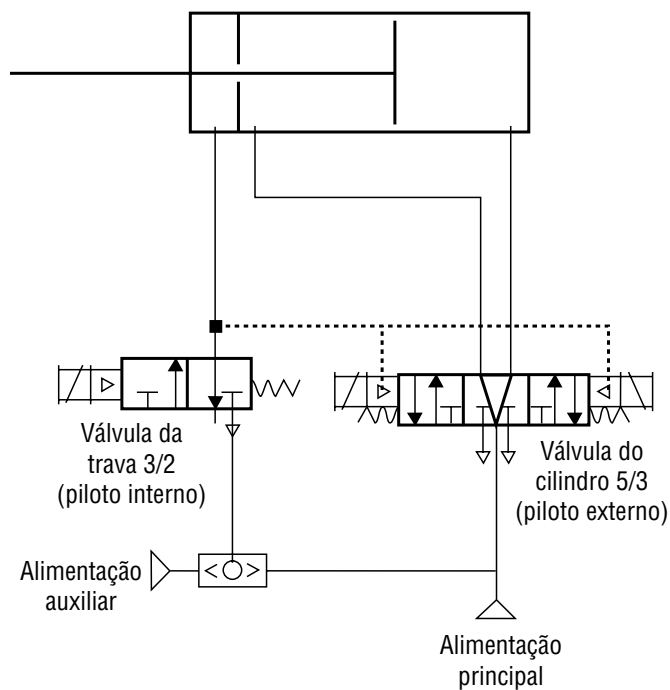
Funcionamento

O dispositivo de travamento da haste, exerce sua função quando estiver despressurizado.

A válvula de fechamento de 3/2 vias, deve ser mantida energizada (aberta para desativação do dispositivo de travamento da haste) durante movimentos do cilindro, caso contrário o travamento da haste é ativado e a válvula do cilindro de 5/3 vias, é centralizada automaticamente. A válvula do cilindro de 5/3 vias, deve ser mantida energizada durante todo o avanço ou o retorno da haste.

Na posição do meio da válvula 5/3 vias do cilindro, as saídas podem ser pressurizadas, se a combinação da carga de pressão no cilindro e a inércia da carga fixa não exceder a capacidade da força do dispositivo de travamento da haste.

Não use as linhas do cilindro para qualquer função lógica, porque o nível da pressão varia muito.



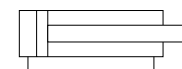
Cilindros Antigiro (oval)

Características técnicas

Diâmetros equivalentes	50 e 63 mm
Curso padrão	25, 40, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250 e 300 mm
Tipo	Dupla ação com êmbolo antigiro
Pressão máxima	10 bar
Torque máximo permissível na haste	Diâmetro equivalente 50 mm: 1,7 N.m Diâmetro equivalente 63 mm: 2,0 N.m
Faixa de temperatura	-10°C a +80°C
Amortecimento	Regulável em ambos cabeçotes
Fluido	Ar comprimido filtrado, com ou sem lubrificação

Materiais

Cabeçotes	Alumínio
Camisa	Alumínio anodizado
Haste	Aço SAE 1045 cromado
Vedação do pistão	NBR
Vedação da haste	Poliuretano
Vedação do amortecimento	Poliuretano



Simbologia

Descrição

Disponíveis nos diâmetros equivalentes a 50 e 63 mm e cursos padrões de 25 a 300 mm, os cilindros antigiro com êmbolo oval Parker foram projetados para atender às aplicações onde não se permite a rotação do êmbolo ou da haste, sem o uso de dispositivos de guia na haste do cilindro e em montagens onde há espaço limitado.

A versão standard é fornecida com roscas nos cabeçotes dianteiro e traseiro, permitindo a fixação direta do cilindro, dispensando qualquer tipo de acessório para montagem. Caso ocorra a necessidade de uma fixação independente, poderá fazer uso das flanges, que são montadas através de parafusos a serem roscados nos tirantes.

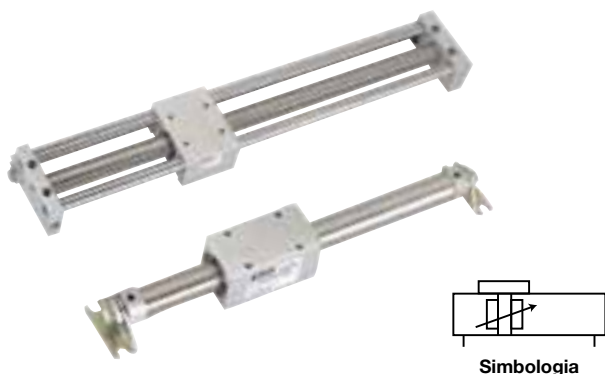
O êmbolo magnético, também disponível na sua versão standard, possibilita que esta série de cilindros trabalhe com os diversos sensores magnéticos Parker. O sistema pré-lubrificado permite o trabalho em regime non-lube, porém uma vez aplicado lubrificação de linha, esta deve ser mantida em regime contínuo.

Forças teóricas (N)

As forças indicadas são teóricas e podem sofrer alterações de acordo com as condições de trabalho.

Diâmetro do cilindro (mm)	Diâmetro da haste (mm)	Área efetiva (mm ²)		Força teórica a 6 bar (N)	
		Avanço	Retorno	Avanço	Retorno
50	20	1964	1649	1178	990
63	20	3117	2803	1870	1682

Cilindros magnético sem haste

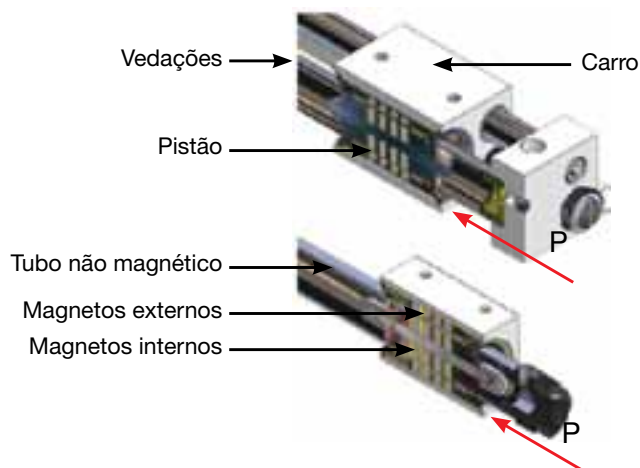


Características técnicas

Diâmetros	16, 20 e 32 mm
Versão	Standard ou guiada
Curso	0 a 2000 mm
Tolerância do curso	0 a 1000 mm = 0/+1,5 > 1000 mm = 0/+2
Faixa de temperatura	0 a 60°C
Pressão mínima	1,8 bar
Pressão máxima	7 bar
Conexão	M5 e 1/8 BSPP
Velocidade	0,1 a 0,4 m/s
Fluido	Ar comprimido filtrado, com ou sem lubrificação

Descrição

Com a série de cilindros P1Z é possível obter movimento linear através de um acoplamento magnético entre o carro e o êmbolo, que se desloca devido a pressão pneumática. Estão disponíveis em duas versões: versão standard, a qual a carga deve ser guiada por dispositivo externo, e a versão guiada, a qual guias acopladas ao cilindro evitam o giro do carro.



Forças teóricas (N)

Versão standard peso (g) e força magnética (N)

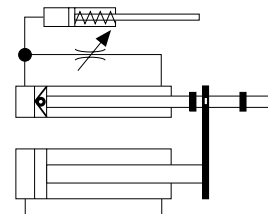
Diâmetro	16	20	32
Peso (curso zero)	280	460	1350
Adicionar para cada mm de curso	0,43	0,82	1,40
Força magnética	157	236	703
Curso (mm)	0 a 1000	0 a 1500	0 a 2000

Versão guiada peso (g) e força magnética (N)

Diâmetro	16	20	32
Peso (curso zero)	900	1520	3630
Adicionar para cada mm de curso	2,00	3,00	5,30
Força magnética	157	236	703
Curso (mm)	0 a 750	0 a 1000	0 a 1500



Hydro-Check



Simbologia

Características técnicas

Tipo	Ação no avanço
Carga máxima	Vide informações adicionais
Faixa de temperatura	50°C (máxima)
Velocidade	de 0,025 a 15,3 m/min
Vedações	Resistentes a óleos hidráulicos
Óleo recomendado	ISO VG32

Descrição

Uma das vantagens em se utilizar o ar comprimido como fonte de energia é a sua compressibilidade. Entretanto, em operações de usinagem ou alimentação de peças, onde há necessidade de movimentos de precisão suaves e uniformes, a compressibilidade natural do ar pode ser uma desvantagem.

Nessas circunstâncias, o Hydro-Check é usado de forma a proporcionar suavidade e precisão hidráulica a dispositivos e equipamentos pneumáticos cuja ação é rápida e resiliente.

O Hidro-Check impõe um controle hidráulico, totalmente regulável ao movimento de avanço do cilindro pneumático, eliminando trepidações ou vibrações e compensando quaisquer variações na força requerida. O Hydro-Check pode ser montado em qualquer posição e pode ser preparado para regular o movimento da haste de um cilindro pneumático ou de qualquer outro elemento de máquina em qualquer ponto desejado.

Por exemplo, em certas operações de furação, o avanço da ferramenta durante a furação pode ser

desejado com regulagem ao longo de todo o curso, enquanto que, em outros casos, a regulagem só é necessária a partir do início da operação propriamente dita. Assim, o Hydro-Check se adapta rápido e facilmente, ajustando-se às necessidades de aplicação. Desta forma, o Hydro-Check permite rápido avanço ao ponto de início da operação, velocidade controlada durante a usinagem e rápido retorno da ferramenta ao ponto inicial.

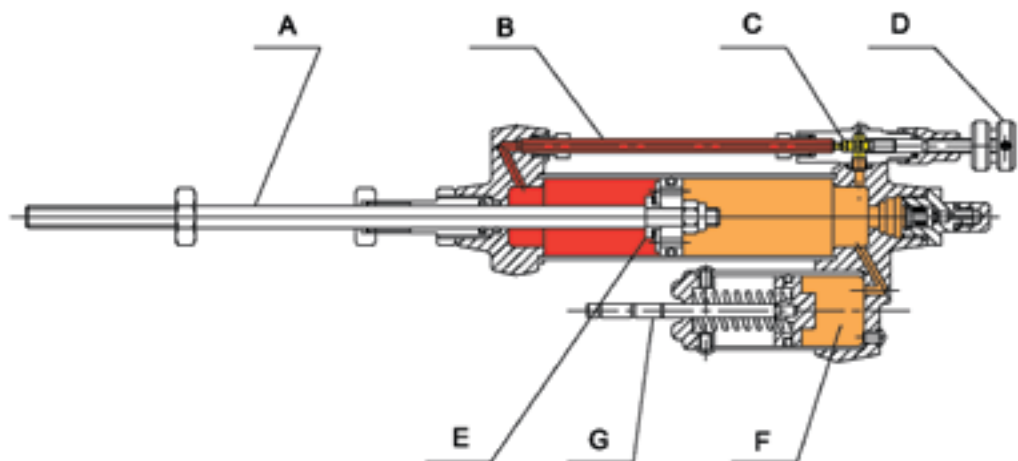
Esta unidade, compacta e versátil, oferece uma alternativa de baixo custo, que aumentará consideravelmente a vida útil de ferramentas com grande redução de peças refugadas por defeitos de usinagem. O Hydro-Check encontra um grande campo em máquinas operadas manualmente que muitas fábricas reservam para pequenos lotes de peças ou para serviços especiais.

Em máquinas operadas manualmente, o uso do Hydro-Check assegura um trabalho uniforme e inalterado pela fadiga. Os Hydro-Checks da Série B171-1 podem ser montados com cilindros pneumáticos de três diâmetros diferentes (1 1/2", 2" e 2 1/2")*, podendo o curso do cilindro variar de 50 até 457 mm. Essas unidades integradas podem ser montadas com o Hydro-Check em linha ou em paralelo.

A montagem em linha é utilizada onde a ação de controle é desejada ao longo de todo o percurso da haste do cilindro. A montagem em paralelo permite que a ação do Hydro-Check se faça em uma predeterminada parte do percurso da haste do cilindro.

Funcionamento

O Hydro-Check consiste basicamente de um cilindro, uma haste, uma válvula de controle de fluxo tipo "agulha" e um cilindro compensador. Quando a haste (A) é movimentada no sentido do avanço, o pistão força o óleo a passar pelo tubo de transferência (B) através da válvula de controle (C) para o cabeçote traseiro do cilindro. O fluxo do óleo através da válvula (C) é determinado pela regulagem efetuada no parafuso (D) da válvula que controla a área de passagem através da mesma. Deste modo, a velocidade com que o pistão avança pode ser controlada com muita precisão. No movimento de retorno, a válvula de 1 via (E) permite a livre passagem do óleo através do pistão. O cilindro compensador (F) atua como reservatório para o volume de óleo deslocado pela haste do pistão (A) durante o movimento de retorno e envia esse mesmo volume de óleo ao cabeçote traseiro durante o movimento de avanço do pistão. A haste indicadora (G) do cilindro compensador possui entalhes que determinam o nível máximo de óleo e quando deve ser reabastecido o Hydro-Check.



Como planejar as aplicações no Hydro-Check

Embora indiquemos em nossos catálogos que o Hydro-Check B 171-1 está dimensionado para uma carga máxima de 545 kgf, outros aspectos devem ser levados em consideração.

O valor 545 kgf diz respeito à carga axial de arraste no eixo do Hydro-Check, mas não leva em consideração o comprimento do curso de frenagem ou o número de ciclos por minuto, que determinam o deslocamento volumétrico (energia absorvida) e a formação de calor.

Observação:

Não utilize o Hydro-Check em temperatura ambiente acima de 50°C.

Os fatores acima mencionados devem ser aplicados na fórmula para cálculo da capacidade do Hydro-Check como segue:

Unidade

P = Pressão da linha de ar em bar.

L = Comprimento do curso de frenagem em cm.

A = Área do pistão do cilindro em cm².

N = Número de ciclos completos por minuto.

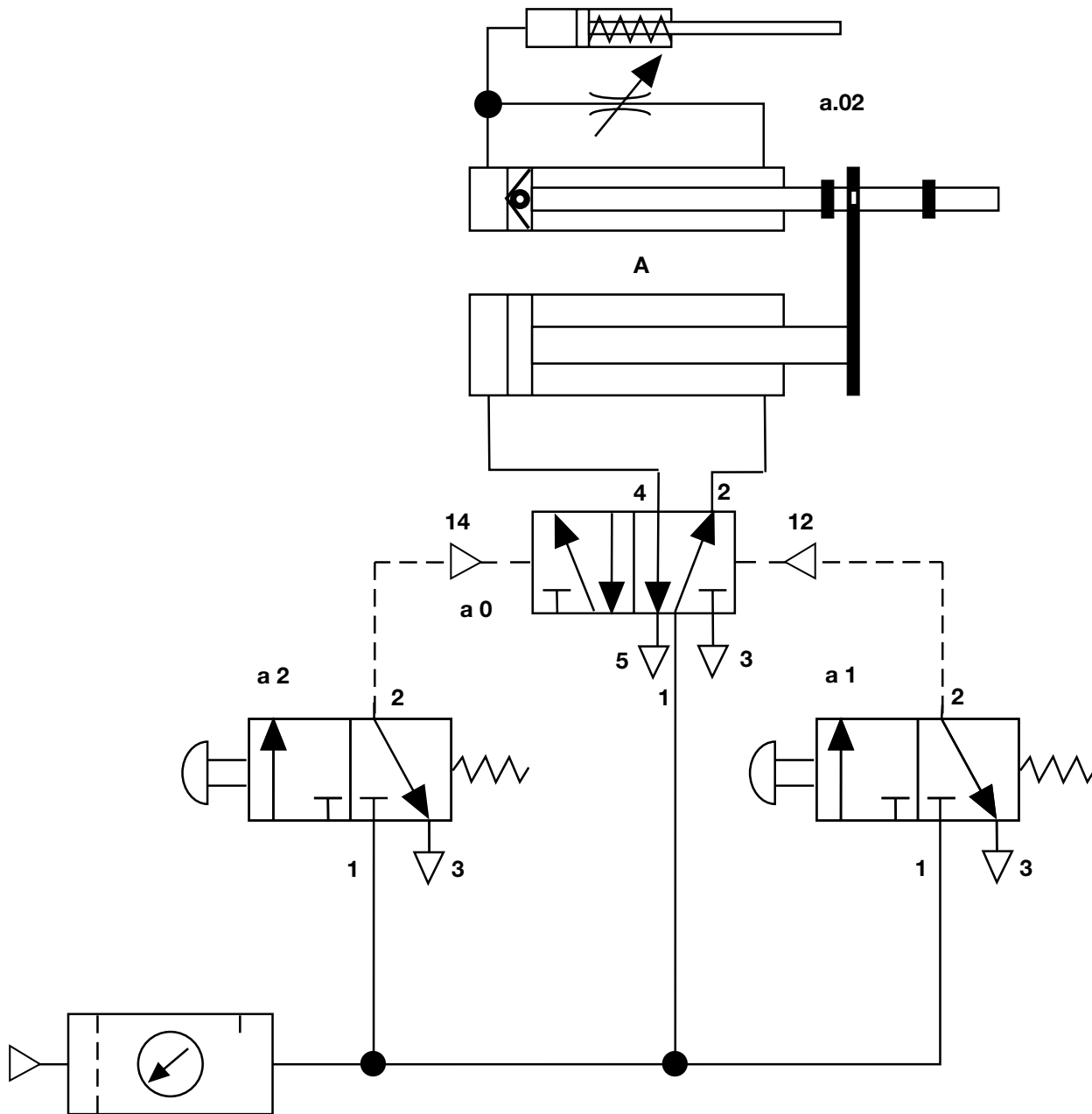
Quando multiplicamos a pressão X comprimento do curso de frenagem X área X número de ciclos (PLAN), o produto final não deve exceder 32500. A fórmula (PLAN) não leva em consideração qualquer carga de trabalho, conseqüentemente, o Hydro-Check está resistindo à carga axial total (P X A) do cilindro.

Devemos pensar em termos de carga líquida imposta sobre o Hydro-Check, que é a carga que permanece quando deduzimos a carga que está sendo levantada ou movida pelo cilindro. Multiplicando-se a carga líquida X comprimento do curso X área X número de ciclos, o produto final não deverá exceder 32500. A carga de trabalho também inclui atrito do mancal e da vedação mais atrito da máquina ou ligação. Para obter o máximo de performance e vida útil, use sempre a pressão de ar mais baixa. Isso assegura uma faixa efetiva de ajuste para o Hydro-Check, minimizando, ao mesmo tempo, a formação de calor. Para referência futura, usando a palavra PLAN você se lembra da fórmula, sem ter que consultar o catálogo.

Velocidade de deslocamento

Carga máxima (kgf)		34	45	136	227	340	454	545
Velocidade (m/min)	Mínima	0,025	0,076	0,129	0,203	0,304	0,381	0,400
	Máxima	7,30	7,62	10,20	11,70	13,20	14,50	15,30

Circuito básico de utilização de um Hydro-Check

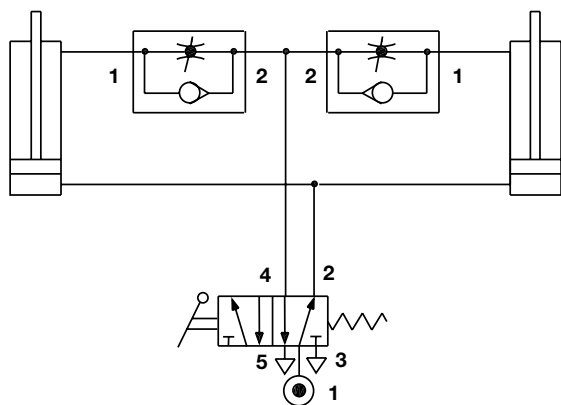


Sincronismo de movimentos

Para sincronização simples, onde dois cilindros devem mover-se ao mesmo tempo, independentemente de manterem mesmo curso, o uso de válvulas de controle de fluxo é adequado para haver uma regulagem, de modo que tenham cargas de trabalho iguais em todo o seu percurso. Em casos de sincronização com maior precisão, é aconselhável usar controles para compensação de pressão em vez de válvulas de controle. Neste caso, cada válvula controla o fluxo necessitando, portanto, de duas válvulas controladoras, uma para cada cilindro.

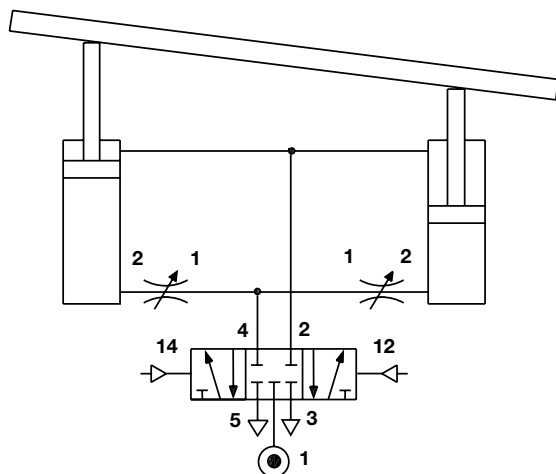
• **Sincronismo de cilindros com válvulas de controle de fluxo**

No caso de se usar uma válvula 4/2, não é possível haver paradas no meio do curso. Sendo necessário manter os cilindros em uma posição neutra, pode-se usar uma



válvula de 4/3. A figura mostra que, embora a válvula esteja na posição central fechada, há possibilidade de uma transferência do fluido de um cilindro para outro se houver um desequilíbrio de forças quando os pistões páram. A fim de evitar a transferência de fluido no circuito, podem-se usar válvulas de retenção pilotadas para manter o fluido no cilindro até haver uma mudança de posição na válvula direcional.

• **Desequilíbrio de porcas na plataforma**

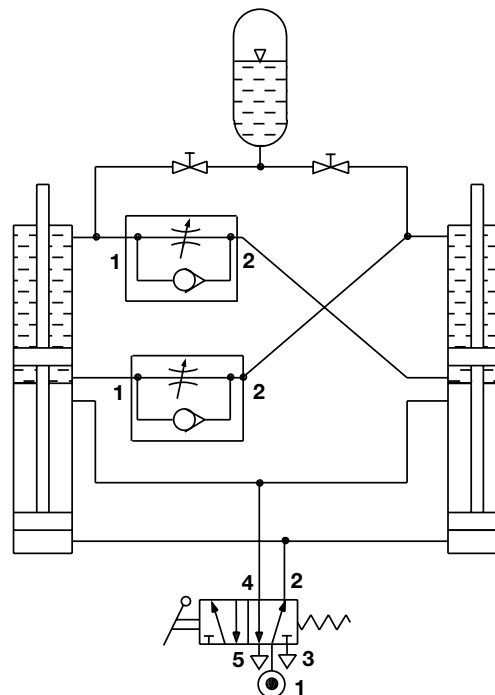


Sincronização com cilindros duplex contínuo

Esta é uma das maneiras de fazer com que dois cilindros duplex contínuo tenham uma sincronização precisa. As câmaras traseiras operam com ar e produzem a força necessária, e as câmaras dianteiras são preenchidas com óleo, permitindo uma boa sincronização.

O óleo é transportado de uma câmara para outra, sendo controlado por válvulas de controle de fluxo. As duas válvulas de controle, ao lado do compensador, se abrem, permitem preenchimento de óleo nas câmaras e, quando necessário, um ajuste de volume.

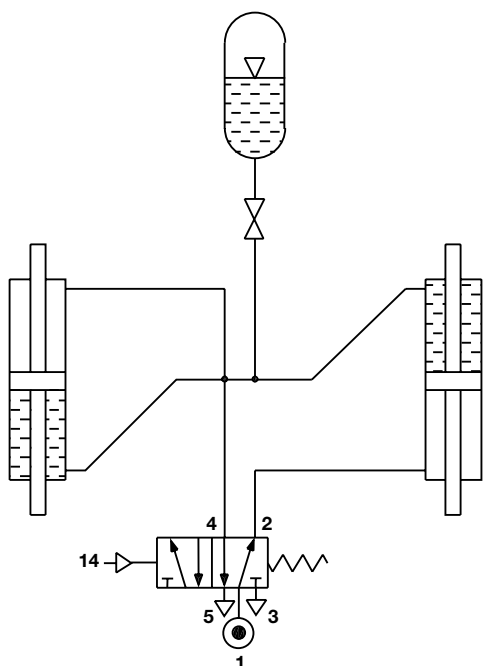
• **Sincronismo com cilindro duplex contínuo**



Sincronização com cilindros de haste dupla

Permite que dois cilindros tenham a mesma velocidade, sendo que as hastes de mesmo diâmetro fornecem um mesmo volume em ambos os lados do pistão. Um volume fixo é transferido de um cilindro para outro conforme o avanço e o retorno, desde que os cilindros estejam conectados em série.

- Sincronismo com cilindro de haste dupla



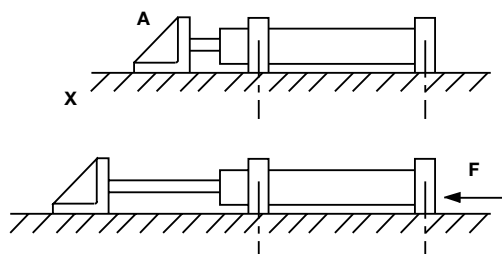
Além dos exemplos mencionados anteriormente, pode-se conseguir sincronização de movimentos por outros meios, tais como:

- Mecanicamente, através de alavancas; cremalheiras, fixação a um mesmo ponto de apoio; mecanismos servocomandados; controles elétricos etc.; permitindo, desta forma, maiores recursos para sincronização de movimentos.

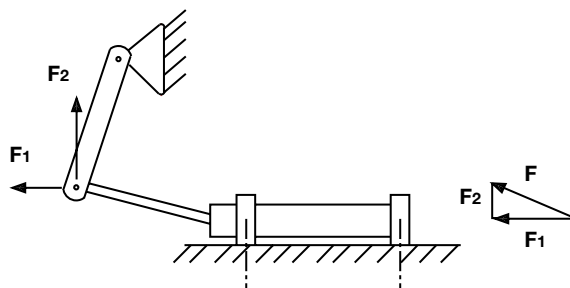
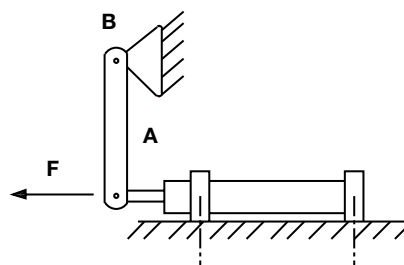
Fixação dos cilindros

O rendimento final, a regularidade do funcionamento, a duração de um sistema pneumático e eletropneumático dependem muito do posicionamento mecânico de cada um de seus componentes, principalmente válvulas e cilindros. No posicionamento dos componentes, não deve ser esquecido o fator derivado do comprimento das tubulações secundárias, curvas e distribuições, que provocam uma queda de pressão diretamente proporcional.

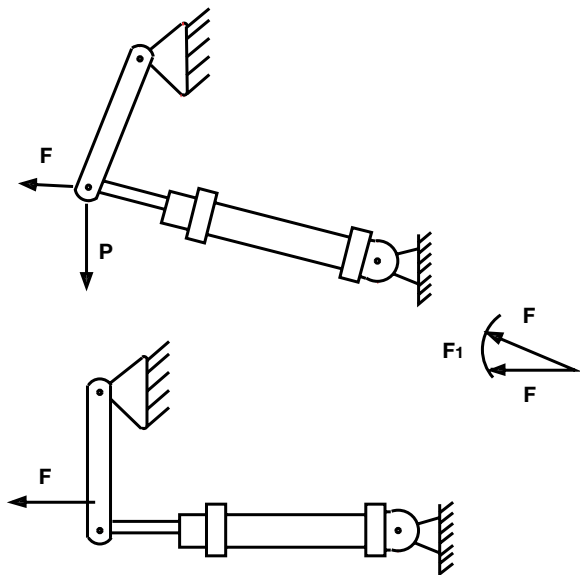
É lógico, portanto, examinar separadamente as coisas, buscando para cada uma a solução mais conveniente do problema. Para posicionar exatamente um cilindro, é necessário examinar atentamente o ponto de aplicação da força produzida e os vários componentes derivados do movimento.



Considere-se a figura acima, a carga desliza com movimento retilíneo sobre o plano X. Neste caso, recomenda-se aplicar um cilindro unido rigidamente ao plano. É necessário assegurar que a haste ligada à carga se mova paralela ao plano, para evitar modificações na força resultante.



Considere-se a figura acima, onde o braço (A) deve girar um certo ângulo ao redor de um pivô B. Se for aplicado um cilindro, como foi visto anteriormente, a força F produzida, agindo sobre o braço A e com o aumento do ângulo de rotação, criará novas forças que afetarão a haste do cilindro, causando sua inutilização.



O cilindro deve ser dotado de articulação para esse tipo de aplicação. Para se obterem ótimos rendimentos no sistema de transformação do movimento retilíneo em movimento circular, é aconselhável não superar ângulos de 90°. Sempre que o curso da haste for demasiado longo e o cilindro pesado, é ideal que o cilindro seja fixado pelo cabeçote dianteiro, para equilibrar o peso quando a haste estiver toda distendida. O tipo adequado de fixação de um cilindro fornece maior flexibilidade na sua instalação, bem como auxilia a evitar o problema de flexão e flambagem da haste. Para cada local de posicionamento, deve ser feito um estudo visando economia e segurança.

- Consideração sobre diversas aplicações de força

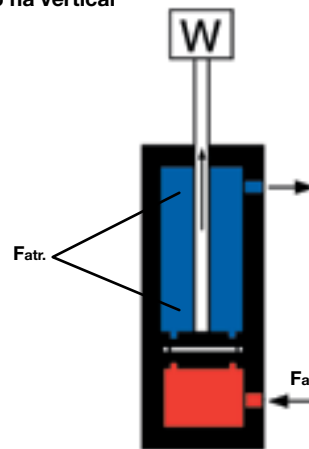
Deslocamento na vertical

No caso de deslocamento de peso na vertical, antes que o pistão possa se mover, a pressão do ar deve ter valor suficiente para gerar uma força, para vencer as resistências impostas pela carga e o atrito das guarnições do êmbolo, mancal, etc.

Depois que a pressão do ar na câmara C1 equilibrou o peso e as resistências, se a pressão do ar ou a reação da carga aumentar ou diminuir, o pistão começará a mover-se para cima ou para baixo, até haver o equilíbrio novamente.

Desta forma, tornam-se difíceis paradas intermediárias a fim de carregar ou descarregar uma carga, pois o pistão move-se (supondo para cima) devido à elasticidade do ar e à inércia adquirida pelo conjunto.

- Deslocamento na vertical



A força do cilindro deve ser maior do que a da carga aproximadamente 25%, no caso de aplicações grosseiras. Para obter-se alta velocidade de avanço, o cilindro precisa desenvolver pelo menos duas vezes a força de resistência da carga.

Deslocamento na horizontal com aderência

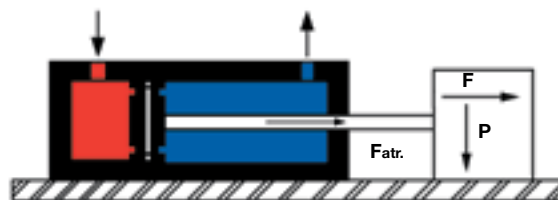
Este processo é aceito em trabalhos que necessitam de uma velocidade rápida e não controlada, e em casos de pequenos atritos. Em casos onde houver grande atrito e avanço lento de carga, é aconselhável usar um sistema de ar-óleo. A força que o cilindro precisa desenvolver nessa posição, em serviço levemente lubrificado, será de mais ou menos 1/2 a 3/4 do peso da carga para romper o ponto de estática, necessitando de menos força quando em movimento.

A força exigida para o deslocamento da carga será:

$$F = P \times \mu$$

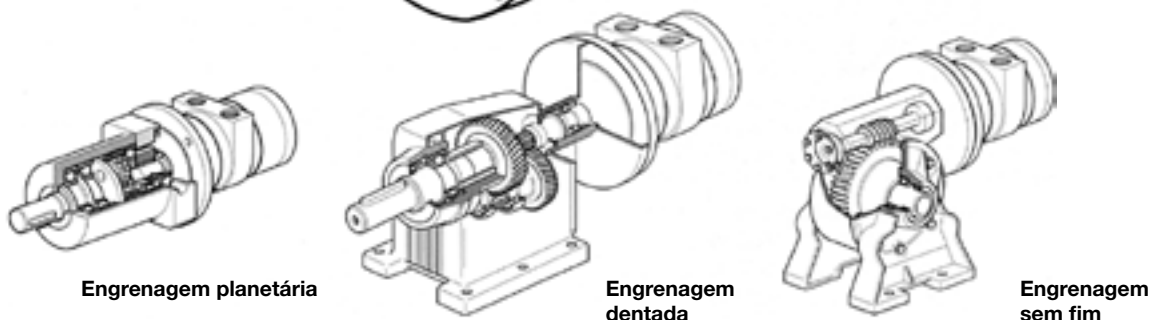
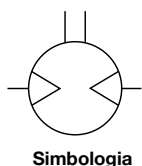
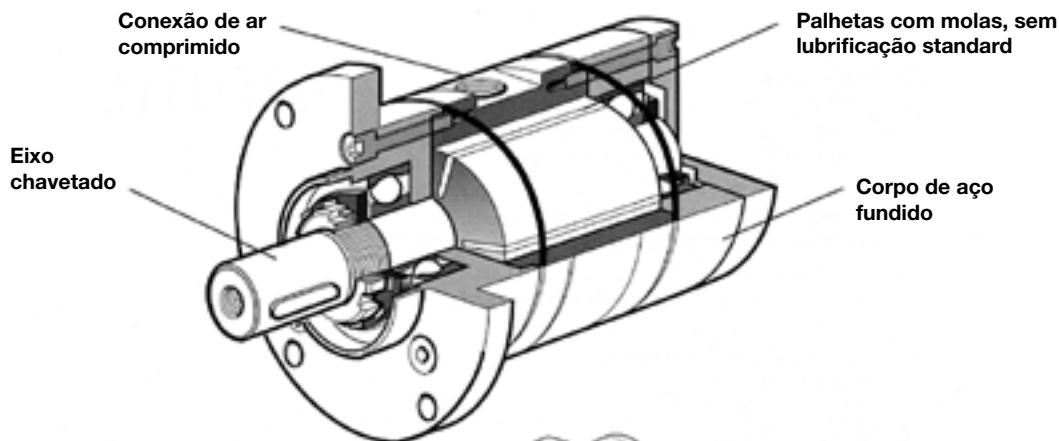
sendo F a força exigida, P o peso da carga e μ coeficiente das superfícies em contato. Os valores de μ dependem da natureza do estado das superfícies de atrito.

- Deslocamento na horizontal com atrito aderente



Motores pneumáticos - Atuadores rotativos

• Motor básico



Pode ser utilizado para aplicações leves, pesadas e exigentes. Esta série, denominada P1V-A, possui um corpo fabricado em aço fundido endurecido. As uniões de suas peças são herméticas para que os motores possam trabalhar em locais úmidos e contaminados. Esta série de motores compreende três tamanhos diferentes:

P1V-A 160, P1V-A260 e P1V-A360, com as seguintes potências: 1600, 2600 e 3600 watts

Esses motores básicos podem ser combinados com engrenagens planetárias, dentadas ou sem fim para ganhar em regime de revolução e momento tórsor desejado.

Motor básico

É montado na fábrica, de uma forma standard, com suas palhetas tensionadas por mola, ganhando, desta forma, excelentes características de arranque e funcionamento e baixas rotações. Além disso, está equipado em forma standard com palhetas para funcionamento intermitente, sem lubrificação. Em uma forma excepcional pode-se pedir 100% livre de lubrificação. A construção simples garante funcionamento seguro, e uma larga vida útil em serviço.

Motor com engrenagem planetária

Esta série de motores, combinada com engrenagem planetária, requer pouco espaço para montagem, é leve em comparação com os serviços realizados, tem livre posição de montagem, possui flange standard, eixo de saída central e alto grau de rendimento. É fabricada para um regime de rotação desde 95 RPM até 1200 RPM e com momento tórsor desde 16 Nm até 160 Nm.

Motor com engrenagem dentada

Quando combinado com engrenagem dentada, fornece um alto grau de rendimento, facilidade de montagem com flange e base para instalação.

São fabricados para um regime de rotação desde 25 RPM até 1800 RPM e com momento tórsor de 23 Nm até 1800 Nm. As engrenagens devem ser lubrificadas com óleo, porém, antes deverá ocorrer sua fixação.

A posição de montagem é importante para a lubrificação das engrenagens e a localização dos pontos de preenchimento e drenagem do óleo lubrificante.

Motor com engrenagem sem fim

Se combinado com engrenagem sem fim possui as seguintes propriedades: as engrenagens com alta redução freiam automaticamente, o que pode ser utilizado para manter o eixo de saída numa posição definida; montagem simples com flange do lado direito e esquerdo, ou com base inclinada;

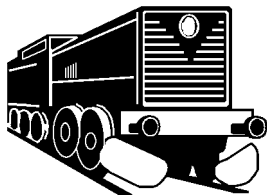
É fabricado para regime de rotação variando desde 62 rpm até 500 rpm e com momento torsor desde 23 Nm até 1800 Nm. O engrenamento é feito com óleo, mas antes deverá ser feita sua fixação. A posição de montagem é importante para a lubrificação do engrenamento e a localização dos pontos de preenchimento e drenagem do óleo lubrificante.

Características

- As dimensões de um motor pneumático são inferiores às de um motor elétrico de mesma capacidade.



- Um motor pneumático pode ser colocado em carga até que pare, sem perigo de que se danifique. A construção tem sido pensada para suportar as mais altas exigências de calor externo, vibrações, golpes etc.



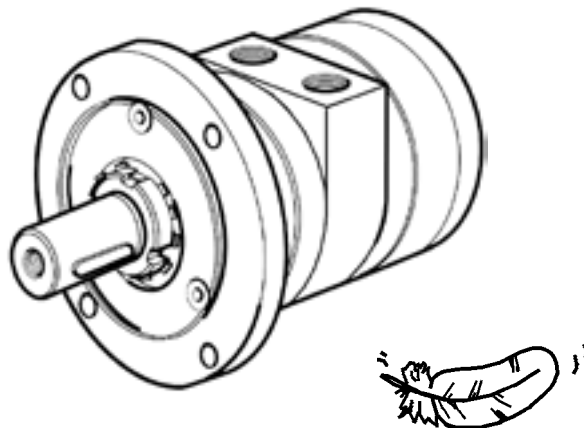
- Nas versões standard, todos os motores são reversíveis.



- Um motor pneumático pode partir e parar continuamente sem que se danifique.



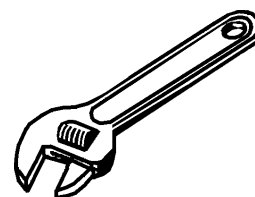
- O peso de um motor pneumático é várias vezes inferior ao de um motor elétrico de mesma capacidade.



- Um motor pneumático pode ser utilizado nas condições mais exigentes.



- Por ser de construção simples, o motor pneumático permite facilidade de manutenção.

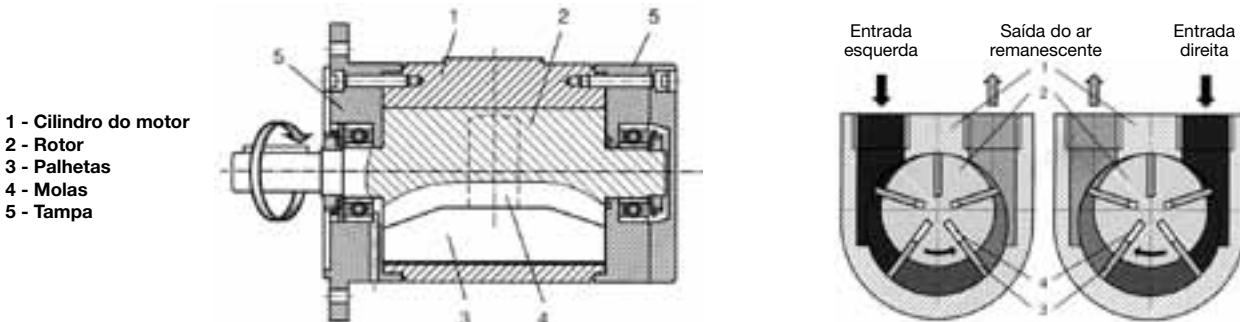


- Os motores pneumáticos têm um funcionamento muito seguro, graças à sua construção com pouca quantidade de partes móveis.



Princípio de funcionamento do motor

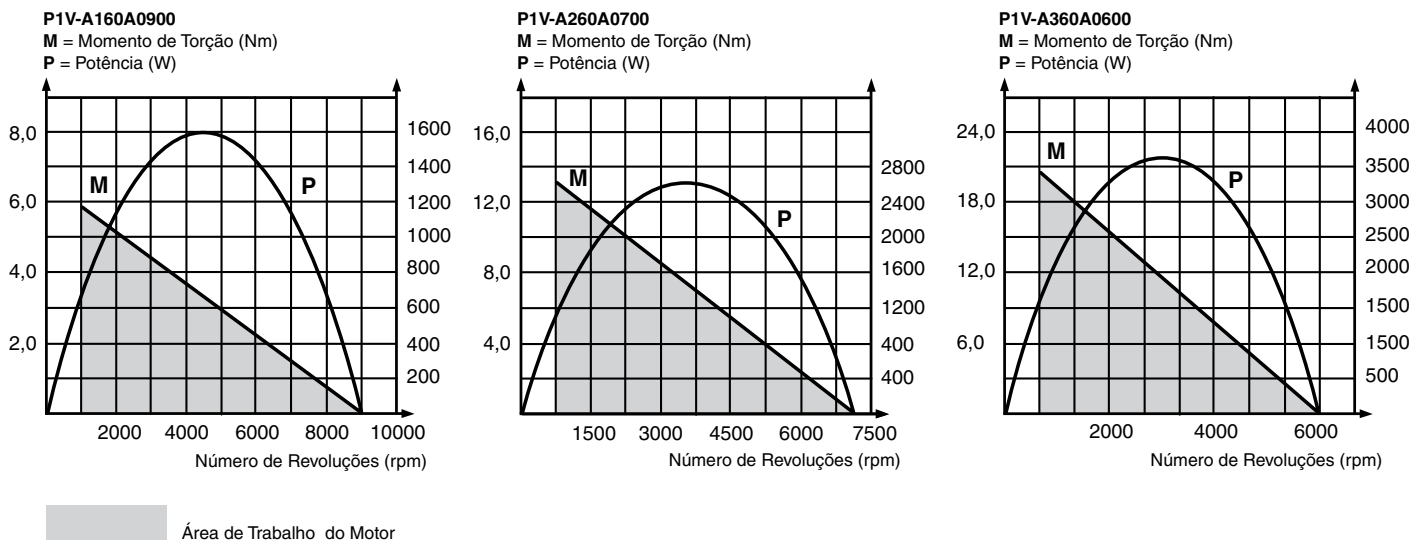
Existem vários tipos de motores pneumáticos, nós temos escolhido os de palheta por sua construção simples e funcionamento seguro. O diâmetro exterior pequeno dos motores de palhetas permite incorporá-los facilmente em todas as aplicações. O motor de palhetas consiste em um rotor com uma determinada quantidade de palhetas incorporadas a um cilindro. Possui uma conexão de entrada e saída do ar comprimido. Para que tenha um início de ciclo seguro, as palhetas se mantêm contra o estator através de molas localizadas atrás das palhetas. A pressão de ar comprimido é injetada sempre em ângulo reto contra uma superfície. Devido a isso, o momento tursor do motor é o resultado da superfície das palhetas e pressão de ar.



Série	Potência máxima kW	Rev. livres rpm	Rev. Pot. máxima rpm	Momento pot. máxima Nm	Momento mínimo arranque Nm	Consumo de ar a pot. máxima l/s	Conexão	Ø interno mínimo do tubo entrada/saída mm	Peso kg
P1V-A160	1,600	9000	4500	3,3	5,0	32	G1/2	19/19	4,2
P1V-A260	2,600	7000	3500	7,1	11,0	60	G4/3	19/25	7,9
P1V-A360	3,600	6000	3000	11,5	17,0	80	G1	22/32	16,0

Curva do momento tursor e das palhetas

Cada motor tem uma curva, na qual se pode ler o momento tursor e a potência de acordo com o número de revoluções. Quando o motor está parado, sem ar, e quando gira sem carga no eixo (regime de potência livre), não gera potência. A potência máxima se ganha normalmente quando o eixo gira na metade do número de revoluções máximo admissível. No regime de potência livre, o momento tursor é zero e, quando se começa a frear, o momento aumenta, normalmente, em forma linear até que pare. O motor pode permanecer parado com as palhetas em diferentes posições, porém é impossível conhecer de imediato o momento tursor ao iniciar suas revoluções. O gráfico indica, sem restrições, o momento e potência mínima em um início de partida.



Osciladores pneumáticos

Oscilador de palheta



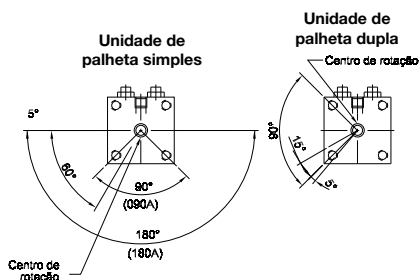
Descrição

Os osciladores incorporam características que proporcionam milhões de ciclos de operação livres de defeitos, operando a 150 psi de pressão. A fabricação em alumínio anodizado e aço inoxidável permite a operação em ambientes agressivos, tais como os da indústria de alimentos e da química. A precisão dos mancais termoplásticos autolubrificantes e os compostos especiais de vedação permitem operação contínua mesmo sem lubrificação. Essa compatibilidade com o ar seco faz uma excelente escolha para trabalho em ambiente onde se produzem produtos eletrônicos, alimentos, embalagens e em salas limpas. O revestimento interno de PTFE reduz os atritos de vedação e proporciona baixa pressão de partida, garantindo movimentos suaves e precisos no manuseio de materiais e aplicações em robótica. Isso permite também alto rendimento e eficiência gerados por um equipamento compacto leve. Várias opções podem ser acrescentadas ao produto para aumentar a sua flexibilidade. Amortecedores podem reduzir choques e ruídos, permitindo taxas de ciclos mais rápidas. A posição angular pode ser controlada tanto com reguladores de curso como batentes internos. As opções de montagem incluem: topo, base ou flanges.

Tabela de especificações

Modelo	Rotação máxima	Torque de saída (kg.m) a uma pressão de entrada específica (bar)			Volume deslocado (cm ³)	Pressão mínima para partida (bar)	Vazamento máximo permitido entre câmaras a 6,9 bar (cfm)	Peso (kg)
		3,4	5,2	6,9				
PV10	275° ± 2,5	0,03	0,05	0,08	8,52	1,7	0,15	1,32
PV10D	95° ± 2,5	0,06	0,12	0,17	6,06	1,4	0,20	1,32
PV11	275° ± 2,5	0,06	0,12	0,17	17,04	1,4	0,15	1,76
PV11D	95° ± 2,5	0,15	0,25	0,36	12,13	1,0	0,20	1,76
PV22	280° ± 1,0	0,29	0,52	0,75	60,14	1,0	0,20	2,42
PV22D	100° ± 1,0	0,69	1,16	1,56	42,94	0,7	0,25	2,47
PV33	280° ± 1,0	0,69	1,22	1,74	142,58	1,0	0,20	8,16
PV33D	100° ± 1,0	1,62	2,66	3,65	101,61	0,7	0,25	8,60
PV36	280° ± 1,0	1,39	2,43	3,47	285,15	1,0	0,20	11,69
PV36D	100° ± 1,0	3,24	5,32	7,29	203,21	0,7	0,25	12,79

Regulagem de rotação

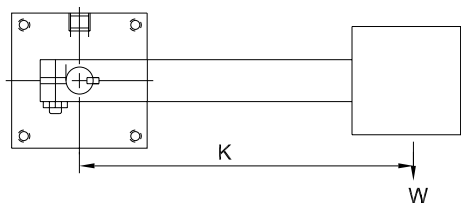


É possível obter-se um ajuste de curso através de parafusos de regulagem.

A regulagem total varia de 60° a 190° em atuadores de palheta simples, e de 60° a 100° em atuadores de palheta duplos (95° nos modelos PV 10D/11D).

A rotação é prefixada na fábrica a um nominal de 90° ou 180° (090A ou 180A). A regulagem não é disponível para cilindros com haste passante.

Cálculos de energia cinética



Onde:

- KE** = Energia cinética (kg.m)
- Jm** = Momento de inércia da massa rotatória (kg.m.s²)
- W** = Peso da carga (kg)
- g** = Constante gravitacional (9,8 m/s²)
- k** = Raio de rotação (m)
- v** = Velocidade angular (rad/s)
 = $\frac{0,035 \cdot \text{ângulo percorrido (grau)}}{\text{Tempo de rotação (s)}}$

Fórmula básica:

Carga na ponta:

$$KE = \frac{1}{2} Jm \cdot v^2$$

$$Jm = \frac{W}{g} \cdot k^2$$

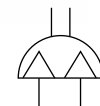
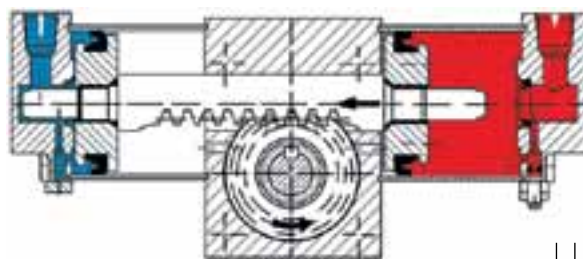
Capacidade de carga no mancal e faixa de energia cinética

Modelo	Carga radial (kg)	Carga axial (kg)	Distância entre mancais (mm)	Taxa de absorção máxima de energia cinética (mN.m)		
				Padrão	Reguladores de curso	Amortecimento
PV10	6,8	3,2	22	3,4	13,6	5,7
PV11	6,8	3,2	38	6,8	13,6	10,2
PV22	22,7	11,4	60	28,3	56,6	42,9
PV33	45,4	22,7	89	84,8	169,6	127,7
PV36	45,4	22,7	165	113,0	169,6	169,6

Oscilador de cremalheira e pinhão

O oscilador pneumático é um atuador rotativo com campo de giro limitado. Esse tipo especial de atuador rotativo fornece um torque uniforme em ambas as direções e através de todo o campo de rotação.

Nesse mecanismo, a pressão do fluido acionará um pistão que está ligado à cremalheira que gira o pinhão. Unidades de cremalheira e pinhão do tipo standard podem ser encontradas em rotações de 90, 180, 360 graus ou mais.



Simbologia

Torque (à pressão de 7 bar)

Diâmetro	1 1/2"	2"	2 1/2"	3 1/4"	4"	5"
Torque (kgf.m)	1,92	3,42	5,35	12,05	18,25	28,51

Garras pneumáticas



A série de garras paralelas é provida de duas garras móveis. Estão englobados os compactos pegadores precisos e seguros, desenvolvidos especificamente para serviços de automação das empresas.

Essas garras robustas ou leves têm várias características:

- Alta força de fixação de acordo com a relação de peso.
- O curso de extensão mordente provém da força de operação da garra para curto e longo curso.
- Com a opção da ajuda de mola é oferecida uma força extra para a garra ou uma segurança durante uma falha de energia.
- Com a opção de mola de retorno permite operação para simples ação, segurança para os componentes.
- Opção de curso ajustável para os fins de curso, dando maior precisão de localização do mordente.
- A montagem dos furos pode ser traseira ou lateral e também permite montagens alternativas.

O curso e posição das garras são realizados através de sensores e êmbolos magnéticos, para que seja acomodado, podendo ser sensor magnético ou controladores de vazão de ar para que haja um controle no deslocamento do mordente. Para serviços em alta temperatura é recomendado usar vedações em fluorcarbono. A associação com outros produtos de automação é simples de ser realizada.

Com tamanho compacto, baixo peso e uma vida útil que excede 10 milhões de ciclos, o pegador é a solução perfeita para o manuseio de peças pequenas em espaços limitados.

Características técnicas

Tipo	Dupla ação, simples ação
Conexão	M5
Faixa de pressão	0,3 a 7 bar (4 a 100 psi)
Faixa de temperatura de operação	Vedação standard: -20°C a 82°C (-4°F a 180°F) Vedação fluorcarbono: -20°C a 121°C (-4°F a 250°F)
Força da garra a 6 bar	78 a 1086 N (17,5 a 244 Lbf)
Repetibilidade	0,1 mm (0,004")
Posição de montagem	Sem restrição
Filtragem requerida	40µ, Ar Seco

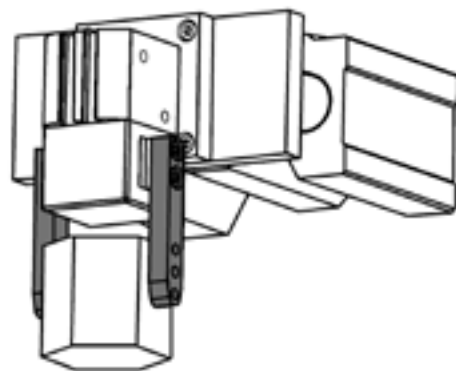
Força requerida

Quando se determina a força requerida para as garras, elas precisam estar em condições de controlar as peças sob qualquer condição. A peça específica a ser manipulada deve estar dentro de um limite de aperto das garras e certos cuidados devem ser tomados para que não haja deformação da mesma.

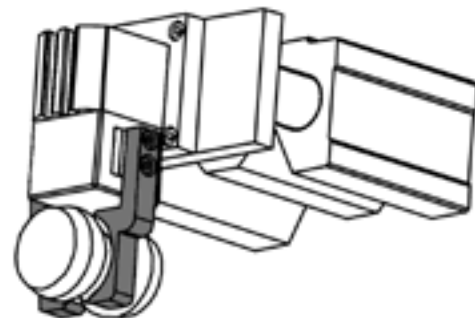
Existem dois tipos de garras:

- Garra de fricção (paralela)
- Garra de abrangimento (circular interno)

• Garra de fricção



• Garra de abrangimento



Garra com êmbolo magnético

Amortecedores

Reduz o barulho e dissipa energia, permitindo, desta forma, tempos rápidos de ciclos e aumento da taxa de produção.

Mordentes

Em liga de aço endurecida são disponíveis na versão standard (menor custo) do mordente com menos força da garra.

Conexões

Conexão fêmea padrão M5 ou conexão opcional com controle de vazão.

Sensores

Sensores de proximidade, sensores magnéticos.

Canaleta para sensores

Todos os pegadores são equipados com 2 canaletas padronizadas para acomodar os sensores.

Montagem

Combinação lateral e traseira através de furos padrões e oferece flexibilidade de projeto.

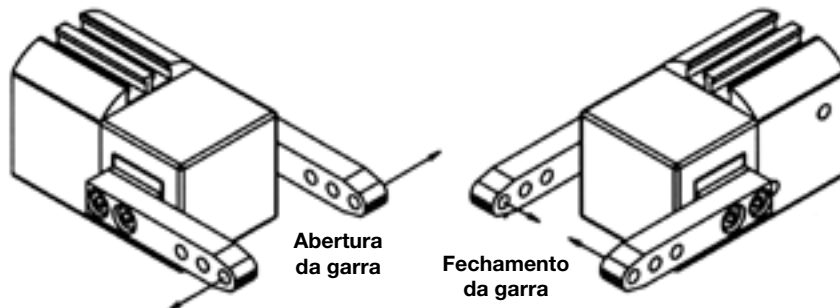
Ambas as posições de montagem oferecem furos alinhados em eixo.

Corpo

Feito em alumínio extrudado, que é anodizado, resultando em uma superfície uniforme, possuindo também uma película oleosa para a área do componente de vedação que garante uma vida útil mais longa para as vedações.

Kit de montagem

Estão disponíveis para interfacear com outros componentes para automação.



Múltipla função

O curso do mordente provoca a função de abertura e fechamento das garras.

Cálculo da força da garra

A força da garra deve ser dimensionada de acordo com:

- Peso: o peso deve ser adequado à garra
- Aceleração: forças de partida e parada

Um fator de segurança é necessário para a precisão da máquina.

O fator de segurança pode variar, dependendo da aplicação, mas em geral é sugerido um fator de segurança de:

- Garra de fricção = 4,0
- Garra de abrangimento = 1,25

No exemplo 1 é usada força gravitacional ($G + 32,26 \text{ ft/s}^2$) para solucionar a força de aperto do pegador.

Exemplo 1

Uma peça pesa 20 Lbf e está submetida a uma aceleração de 0,5 g ($16,1 \text{ ft/s}^2$). Qual a força necessária da garra?

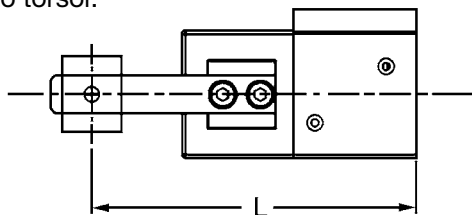
Força da garra = Peso da peça + força de aceleração = $20 \text{ Lbf} + (20 \text{ Lbf} \times 0,5) = 30 \text{ Lbf}$

Para o exemplo, a solução para a força da garra:

- Garra de fricção = $4,0 \times 30 \text{ Lbf} = 120 \text{ Lbf}$
- Garra de abrangimento = $1,25 \times 30 \text{ Lbf} = 37,5 \text{ Lbf}$

Torque

A ação das forças no centro de gravidade da peça a uma distância (L) para a base do pegador cria um momento torsor.



A soma dos componentes de força que agem no centro de gravidade pode ser vista através da:

- Força criada por peso estático
- Força criada através da aceleração

Torque total = soma dos componentes de força x distância (L).

Note que o módulo da força depende da orientação da peça. Para minimizar o torque, a peça de trabalho deve ser colocada o mais próximo do topo do pegador quanto possível.

Vedações

História do O'Ring

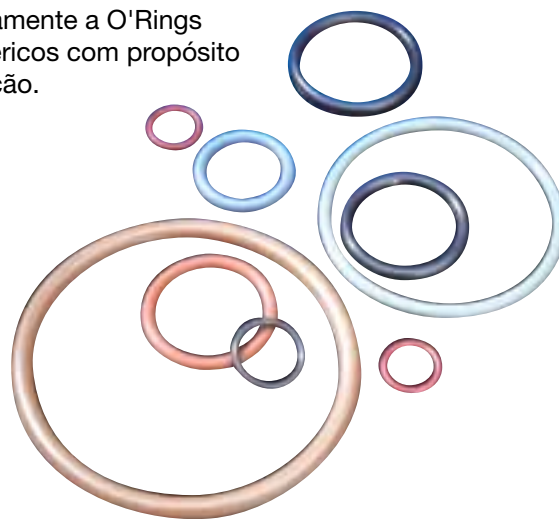
Em termos de desenvolvimento humano e na área da mecânica, o O'Ring é um desenvolvimento relativamente recente. Em meados do século XVIII, O'Rings de ferro fundido foram usados como vedantes em cilindros a vapor. Mais tarde, no mesmo século, foi patenteado o uso de um O'Ring resiliente em uma torneira. Neste caso, foi especificado um canal excepcionalmente longo, devendo o O'Ring rolar durante o movimento entre as partes. O desenvolvimento do O'Ring, como nós o conhecemos hoje, foi feito por NIELS A. CHRISTENSEN, que obteve patentes nos E.U.A. e Canadá para certas aplicações.

O descobrimento da borracha nitrílica sintética (NBR) foi uma importante contribuição para o desenvolvimento posterior do O'Ring. Por volta de 1940, tornou-se urgente a necessidade de produção maciça para atender ao esforço de guerra, o que demandava padronização, economia e melhoramentos nos produtos e métodos de produção existentes. Foi nesta oportunidade que iniciou-se uma grande expansão no uso de O'Rings. Hoje, o O'Ring é provavelmente o mais versátil dispositivo de vedação conhecido. Ele oferece uma série de vantagens sobre outros métodos de vedação numa grande variedade de aplicações. Os O'Rings permitem hoje a fabricação de produtos que permaneceriam nos sonhos dos projetistas, caso eles não existissem.

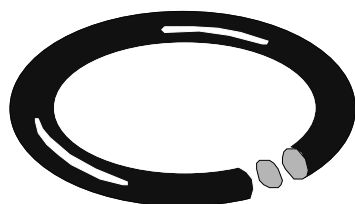
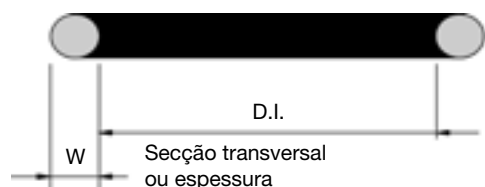
O que é um O'Ring?

Um O'Ring é um objeto toroidal, geralmente feito de elastômero, embora alguns materiais tais como plástico e metais sejam algumas vezes utilizados. Nesta literatura nos dedicaremos exclusivamente a O'Rings elastoméricos com propósito de vedação.

- O'Rings



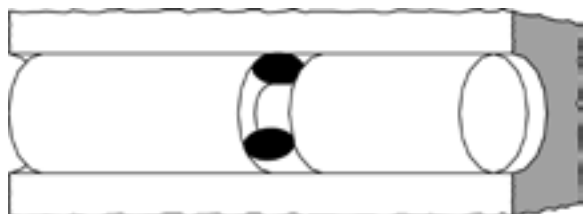
Geometria do O'Ring



Seção de O'Ring Elastomérico

Princípios básicos da vedação com O'Rings

A vedação com O'Ring é um meio de fechar a passagem e prevenir uma indesejável perda ou transferência de fluido. A clássica vedação com O'Rings consiste de dois elementos, o próprio O'Ring e o adequado alojamento ou canal para confinar o material elastomérico. A ilustração abaixo mostra uma típica vedação com O'Ring.



Função do O'Ring

O elastômero é confinado no alojamento, e forçado a moldar-se para preencher as irregularidades da superfície das partes e qualquer folga existente, criando, dessa maneira, entre as partes, a condição de "folga zero", promovendo o efetivo bloqueio do fluido. A carga que força o O'Ring a amoldar-se é fornecida mecanicamente pelo "aperto" gerado pelo desenho apropriado do alojamento e do material selecionado, e pela pressão do sistema, transmitida pelo próprio fluido ao elemento de vedação. De fato, podemos dizer que a vedação com O'Rings é "pressurizada", de modo que quanto maior a pressão do sistema, mais efetiva será a vedação, até que os limites físicos do elastômero sejam excedidos, e o O'Ring comece a ser extrudado através da folga entre as partes. Esta condição pode, entretanto, ser evitada pelo projeto adequado do alojamento, seleção de material, e pelo uso de Parbaks.

Vedação com O'Rings em aplicações estáticas e dinâmicas

As vedações com O'Rings geralmente são divididas em dois grupos:

Vedações estáticas

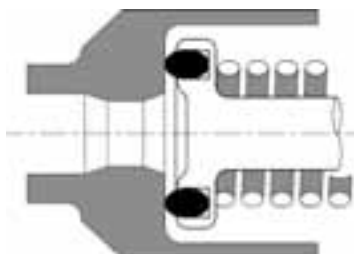
Nas quais não existe movimento relativo entre as superfícies.

Por exemplo: vedação em cilindros entre o tubo e os cabeçotes, ou entre a haste e o êmbolo.

Vedações de face

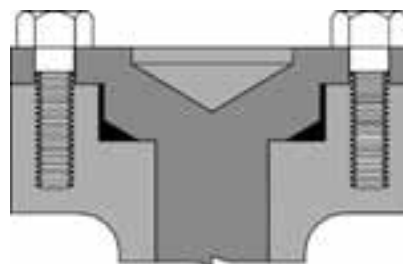
São aquelas que utilizam um O'Ring pressionando-o contra a face de contato de outra parte para fechar a passagem do fluido.

Obs.: Devido ao efeito da força centrífuga, não se deve executar o Alojamento no Eixo.



Vedações por esmagamento

São uma variação da vedação de face, na qual o O'Ring é literalmente esmagado num espaço com dimensões diferentes do alojamento normal. Embora ofereça uma vedação eficiente, o O'Ring deve ser trocado sempre que o conjunto for aberto.



Vedações dinâmicas

Devem funcionar entre peças cujas superfícies têm movimento relativo entre si.

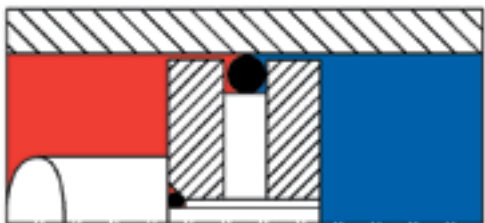
Por exemplo: vedações em cilindros entre a haste e o mancal, ou entre o êmbolo e o tubo.

Dos dois tipos, a vedação dinâmica é a mais difícil, e requer seleção de material e projeto mais cuidadoso. O tipo mais comum de equipamento utilizando O'Rings como vedantes em aplicações dinâmicas, são os de movimento recíproco como os cilindros hidráulicos, pneumáticos e peças similares.

Tipo O'Ring

Uma das formas mais simples e comuns de vedação são anéis "O", que podem ser usados tanto em vedações dinâmicas quanto estáticas.

- Guarnição tipo O'Ring

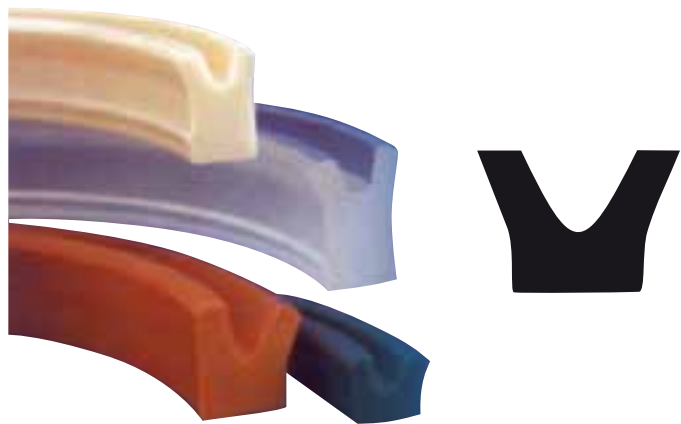
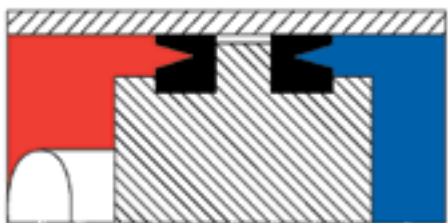


Tipo "U" Cup

As vedações em forma de "U" têm como característica principal a montagem do êmbolo em uma só peça, facilitando sua ajustagem. Porém, elas ficam soltas dentro de seu rebaixo e podem provocar dificuldades quando sujeitas à altas pressões.

Quando se trabalha com pressões especificadas, a vedação é auxiliada por essa pressão que, agindo no interior do "U", produz uma maior aderência deste contra as paredes do tubo, produzindo uma vedação adequada.

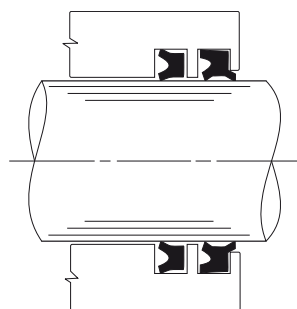
- Guarnição tipo "U" Cup



Raspadores

Estes raspadores de haste especialmente desenhados, desempenham ação de remoção de impurezas da haste permitindo a manutenção de adequado filme de lubrificante. Ele protege tanto a haste quanto o vedador principal. **A figura mostra uma gaxeta e um anel raspador, aplicados numa vedação de haste.**

- Vedação de haste



- Raspador

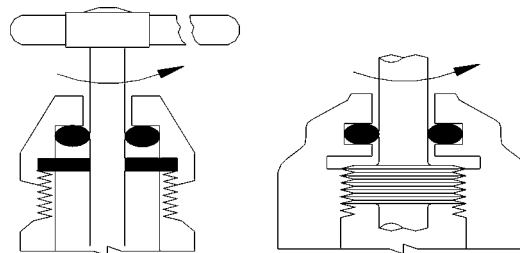


Outras vedações comuns feitas com O'Rings

Além das vedações de movimento recíproco, existem outros tipos de movimento, nos quais um O'Ring pode ser utilizado. Por exemplo:

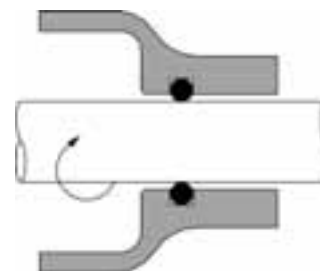
Vedações oscilantes

As peças interna ou externa do conjunto movem-se descrevendo um arco em relação à outra, girando uma das partes em relação ao O'Ring.



Vedações rotativas

São aquelas nas quais o elemento interno ou o externo do conjunto giram em relação ao outro numa única direção. Em alguns casos pode haver reversão no sentido da rotação. Caso o movimento se dê em arcos múltiplos e breves, poderão ser usados os parâmetros indicados para vedações oscilantes para efeito das considerações gerais de projeto. Note que a dimensão do alojamento previne a rotação do anel.



Limitações no uso de O'Rings

Existem certas limitações de uso, entre elas a alta temperatura, atrito em alta velocidade, furos de admissão de óleo dos cilindros sobre os quais o vedante deva passar e folgas muito grandes. Os O'Rings, entretanto, podem ser considerados para todos os projetos de vedação com exceção dos seguintes:

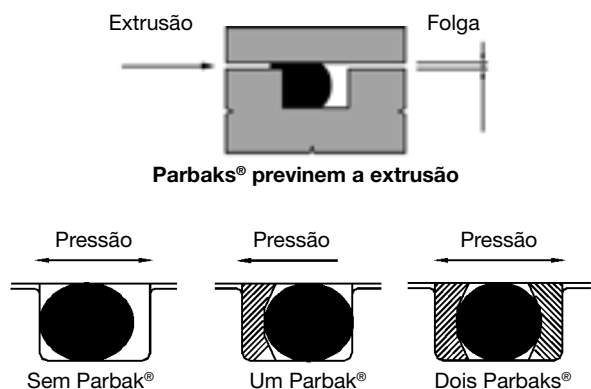
1. **Velocidade de rotação acima de 500 m/minuto.**
2. **Ambiente (tipo de fluido e temperatura) incompatível com os elastômeros disponíveis.**
3. **Insuficiência de espaço disponível para sua colocação.**

Como especificar e pedir O'Rings

Quando você compra um O'Ring, o fabricante precisa saber o diâmetro interno (DI), a seção transversal (W) e o composto (formulação do elastômero) do qual ele deva ser feito. Essas três informações são suficientes para descrever o O'Ring completamente.

Parbaks® Parker para alta pressão ou aplicações com fuga de tolerâncias

Os Parbak® Parker Série 8-XXX N 3006-90B são dispositivos únicos de antiextrusão, feitos de borracha de alta dureza. Eles são usados para reduzir a folga diametral do lado de baixa pressão da vedação com O'Rings. Um O'Ring e um Parbak® combinados vedarão pressões muito mais altas que um O'Ring sozinho.



• O'Ring Extrusão

Sugestões para Parbaks®

1. Sempre que possível use dois Parbaks®, um de cada lado do O'Ring.
2. Se apenas um Parbak® for utilizado, faça-o de modo que o O'Ring fique entre ele e a zona de pressão.
3. O Parbak® pode ser instalado com a face côncava tanto contra o O'Ring como contra a parede do canal.
4. Os Parbaks® Parker não entrarão em colapso nem

Borracha, Elastômero e Composto

Antes de iniciarmos uma breve visão sobre os elastômeros e suas propriedades, faz-se necessário compreendermos os termos “borracha”, “elastômero” e “composto”.

Borracha

Até a pouco tempo, quando todas as borrachas eram de origem natural, e as sintéticas começaram a ser exploradas, tornou-se prática normal referir-se aos materiais com propriedades físicas similares às da borracha natural, como borrachas ou borrachas sintéticas.

Desde então na indústria estendeu-se o uso desse termo borracha, incluindo-se nele todas as borrachas sintéticas e também a natural. O termo borracha se referirá a qualquer material que tenha propriedades físicas semelhantes à borracha natural. Em outras palavras, ele será usado sinonimamente a “elastômero”.

Elastômero

Mais formalmente um elastômero é um material que pode ser, ou tendo sido transformado para um estado exibindo pouca deformação plástica, recupera-se rápida e quase completamente de uma força externa deformante, uma vez esta eliminada. Tal material, antes de transformações é chamado matéria prima ou borracha crua.

Quando o alto polímero é convertido (sem a adição de plastificantes ou outros diluentes), pelos meios apropriados a um estado essencialmente não plástico, e testado à temperatura ambiente (15 a 32°C), ele deve atender os seguintes requisitos para ser chamado de elastômero:

1. **Não deve romper quando esticado a aproximadamente 100%.**
2. **Após esticado a 100% e mantido assim por 5 minutos quando relaxado, deve retornar ao seu comprimento original com variação não superior a 10%.**

Composto

É uma mistura à base de polímeros e outros produtos que formam a borracha terminada. Mais precisamente, composto é uma mistura específica de ingredientes para atender a determinadas características requeridas para otimizar a performance do produto em serviço específico. A base da formulação do composto é a seleção do tipo de polímero, e para tanto existem

aproximadamente uma dúzia de tipos diferentes entre os quais se pode escolher.

Ao elastômero, o formulador pode adicionar agentes reforçantes tais como: “negro de fumo”, agentes de cura ou vulcanizadores, como o enxofre; ativadores, plastificantes; aceleradores; antioxidantes; anti-ozonantes; etc... até que o elastômero fique na medida de um composto para vedação com suas características próprias.

Uma vez que o formulador tem à sua disposição centenas de ingredientes de composição, parece razoável visualizar dois, três ou mesmo centenas de compostos, que tendo o mesmo elastômero básico, exibem performances diferentes no produto final - “o vedante”. Os termos composto e elastômero são também em geral usados sinonimamente. Esse uso normalmente refere-se a tipos ou classes particulares de materiais tais como: compostos nitrílicos, elastômeros butílicos, etc.

Características Físicas e Químicas

Complementando a discussão sobre elastômeros, é necessário falarmos sobre suas características Físicas e Químicas. Isso se faz necessário para termos um quadro claro de como elas se combinam e entram na seleção do composto do vedante.

Resistência ao Fluido

O termo fluido refere-se à substância retida pelo vedante. Ela pode ser um líquido ou uma mistura, pode ainda incluir pós ou sólidos, os quais podem perfeitamente estar presentes nos problemas de vedação.

O efeito químico da substância a ser vedada no composto, é de primordial importância. O composto não deve ser afetado de modo a alterar suas características de funcionamento, ou a razoável expectativa da vida útil da vedação. Ou seja, a excessiva deterioração do vedante deve ser evitada.

A tendência normal é de ser esquecido este aspecto. Parece lógico assumir que qualquer efeito adverso pode ser detectado pela observação de mudanças nas propriedades físicas do composto após prolongado contato com o fluido.

Admite-se que boas indicações de deterioração do composto são: excessivo inchamento ou perda de volume, grande variação na dureza, sensível mudança na tensão de ruptura ou no alongamento. A literatura nos diz que esses fatores são acelerados em muitos

casos pela temperatura. Embora isso possa ser inteiramente correto para muitos vedantes, vedações estáticas frequentemente continuam funcionando bem por muito tempo, apesar dos O'Rings apresentarem inchamento.

Assim sendo, não devemos nos precipitar e julgar um composto somente pela mudança de volume e diminuição de suas propriedades físicas após imersão no fluido.

Alongamento

Normalmente um O'Ring não deve permanecer esticado mais do que 5% do seu DI após instalado. No caso de anéis muito pequenos, eventualmente, esta regra pode ser desprezada sem que isso acarrete grandes problemas.

Alongamentos de mais de 5% provocam a rápida deterioração de certos compostos, tais como os com base de NBR (nitrílica) e SBR (estireno butadieno), principalmente nas aplicações com temperaturas próximas do seu limite de uso.

Outros elastômeros, principalmente aqueles menos sensíveis ao fenômeno da oxidação, parecem apresentar menos problemas nessas condições.

Finalmente, o alongamento excessivo causará uma diminuição na medida da seção transversal do O'Ring, que poderá resultar em vazamento. Dois fatores contribuem para essa situação, primeiro porque o alongamento não altera o volume do O'Ring, de modo que o aumento do diâmetro necessariamente resulta na diminuição da seção transversal, e segundo, porque o O'Ring instalado esticado, sofre achatamento e ovalização da seção transversal, o que interferirá diretamente no aperto projetado.

Dureza

Na indústria de vedações, o durômetro Shore A é o instrumento usado para determinar a dureza dos compostos de borracha. Ele consiste basicamente em um apalpador ou “pé” pressurizador, ligado a uma mola calibrada, a qual força o apalpador a estender-se até que a amostra de borracha em teste permita, e dê uma escala indicadora na qual se faz a leitura de dureza.

O durômetro Shore A é calibrado para leitura de 100 pontos quando pressionado firmemente sobre uma placa de vidro. (O durômetro Shore D pode ser usado para certos materiais com alto módulo). Num consenso, a resistência à pressão pode ser chamada “viscosidade” do composto.

Quanto menor o número da escala, menor será a sua resistência à pressão, entretanto, o material se amoldará mais facilmente à rugosidade das peças, fator importante nas vedações de baixa pressão.

Inversamente, uma dureza alta indica grande resistência à acomodação do material. Voltando a ilustração do O'Ring (página 150) é notório que uma dureza alta reduzirá a tendência do O'Ring de ser forçado (extrudado) através da estreita folga atrás do canal. Assim a extrusão pode normalmente ser prevenida com o uso de um composto de maior dureza.

A dureza de um vedante tem papel importante nas aplicações dinâmicas devido à fricção envolvida. O atrito inicial (rompimento da inércia), é menor com baixas durezas e maior com durezas altas para um mesmo alojamento.

Porém, o atrito dinâmico (após o rompimento da inércia) será menor com durezas altas. Em outras palavras, o coeficiente de atrito é menor com durezas altas, mas um mesmo aperto causa cargas específicas mais altas nos O'Rings de dureza maior, o que resulta em alto atrito inicial de trabalho.

Nas aplicações dinâmicas, compostos com dureza 90 shore A ou mais, frequentemente permitem a passagem de algumas gotas de fluido a cada ciclo. Por esse motivo normalmente considera-se que compostos com dureza 85 shore A sejam o limite de especificação para vedações dinâmicas.

Nas superfícies mais rugosas, compostos com dureza mais baixa vedam melhor, devido a uma maior facilidade de penetração e preenchimento da rugosidade da peça, porém, eles têm tendência de serem mais suscetíveis à abrasão, desgaste e extrusão.

Por esse motivo os vedantes fabricados com compostos de dureza 70 e 80 Shore A, são os mais indicados, pois têm comportamento satisfatório na maioria das aplicações.

Normalmente os compostos são especificados com variação de 10 pontos na dureza, devido a que especificam-se as tolerâncias de variações de ± 5 pontos. Isto se deve ao fato de que pequenas diferenças nas matérias primas e nas técnicas de processo, somadas às diferenças de leitura dos durômetros, desaconselham a especificação de tolerâncias menores.

Aperto ou deflexão

A deflexão da seção e a tendência do anel de voltar ao seu formato original é afinal o que faz com que o O'Ring vede. Obviamente este é o fator de maior importância no projeto de vedações com O'Rings. Nas vedações com a maioria dos elastômeros um aperto máximo de 30% é o recomendado.

Apertos maiores tendem a acelerar o processo de fadiga do material, principalmente com temperaturas elevadas. Apertos maiores somente serão tolerados quando os limites de trabalho do composto não estiverem próximos das condições presentes na aplicação.

O aperto mínimo para todos os O'Rings deverá ser 0,18 mm (.007"), pois apertos muito pequenos, permitem a quase todos os elastômeros atingirem 100% de deformação permanente. Essa condição não é tolerada na maioria das aplicações, exceto aquelas pneumáticas que usam o sistema flutuante.

Resistência à água e vapor

Após um longo período de imersão em água, a maioria dos compostos para O'Rings apresenta um inchamento significativo. Nas vedações estáticas este fenômeno não causa problemas, pois o O'Ring não causará vazamento, devendo somente ser substituído numa eventual desmontagem do equipamento.

Nas aplicações dinâmicas o inchamento poderá causar um aumento intolerável de atrito. Nas aplicações com água e vapor com temperaturas acima de 150°C, recomenda-se selecionar compostos à base de EPDM (Etileno Propileno), que normalmente têm bom comportamento nessas condições.

A Parker tem compostos desenvolvidos para essas aplicações com excelentes resultados obtidos.

Compostos dos O'Rings Parker

Compostos "Standard"

A tabela abaixo relaciona os compostos "Standard" dos O'Rings Parker.

COMPOSTO	FAIXA DE TEMPERATURA	USO RECOMENDADO
NBR - NITRÍLICA (Buna-N)	-40°C até +120°C	Vedações em Geral, Derivados de Petróleo Graxas e Óleos de Silicone, Lubrificantes à Base de di-Ester Fluídos à Base de Etileno-Glicol, Água
FKM - FLUORCARBONO (Viton®)	-20°C até +206°C	Óleos de Petróleo, Lubrificantes à Base de di-Ester Fluídos e Graxas de Silicone, Hidrocarbonos Halogenados Ácidos em Geral, Combustíveis em Geral
POLIURETANO	-35°C até +80°C	Resistência a Abrasão e Desgaste, Alta Tensão de Ruptura Óleos de Petróleo, Oxigênio e Ozona
MOLYTHANE	-54°C até +92°C	Óleos e Fluídos Hidráulicos e à Base de Petróleo Solução Ácidas e Alcalinas (até conc.10%), Óleos Combustíveis, Sais, Álcoois, Alinfáticos, Hidrocarbonos, Soluções Contendo Menos de 80% de Aromáticos, Sólidos em Suspensão, Radiação e Ozona
ULTRATHANE	-30°C até +110°C	Fluídos Hidráulicos à Base de Petróleo, Óleos Combustíveis, Sais Álcoois, Alinfáticos, Hidrocarbonos, Soluções Contendo Menos de 80% de Aromáticos, Sólidos em Suspensão, Radiação e Ozona, Resistente à Hidrólise, Temperaturas mais Elevadas, e menor Deformação Permanente
POLYMYTE	-54°C até +135°C	Fluídos Hidráulicos à Base de Petróleo, Fluido à Base de Água Fluídos de Ester Fosfato, Alguns Fluídos Clorinados e Solventes, Material com Excepcional Resistência ao Rasgamento e Resistência à Abrasão, Adequado para Serviços de Alta Pressão onde a Extrusão é o Problema
MOLYGARD	até 135°C	Maioria dos Fluídos Hidráulicos, Velocidade Superficial até 1M/s, Carga de Compressão até 150 N/mm ²
TEFLON-BRONZE	-100°C até +200°C	Maioria dos Fluídos Hidráulicos, Velocidade Superficial até 5M/s, Carga de Compressão até 20 N/mm ²
P4300 ELASTOPLÁSTICO	-40°C até +135°C	Excelente Resistência a Óleos Derivados de Petróleo, Fluidos de Hidrocarbonetos e Combustíveis, Oxigênio e Ozônio. Poliuretano de Alto Desempenho Desenvolvido com Melhores Propriedades Físicas e uma Melhor Deformação Permanente de Propriedades Únicas Aumentando sua Capacidade de Vedação e Velocidade de Resposta

Considerações para projetos

Vedações estáticas

Tem-se dito que o O'Ring é o melhor vedante estático desenvolvido. Talvez a primeira razão seja por que eles são à prova de falha humana.

Nenhum ajuste ou regulagem interferirá com seu funcionamento nas manutenções futuras dos equipamentos, se o projeto da sua aplicação for bem feito e seu alojamento usinado corretamente.

Os O'Rings não requerem alto torque em parafusos ou porcas para vedarem perfeitamente. O O'Ring é leve, versátil e ocupa pouco espaço. Eles vedam numa excepcional gama de pressões, temperaturas e tolerâncias. Além disso, eles são baratos e fáceis de usar.

Vedações dinâmicas com O'Rings

Nas vedações dinâmicas, devido ao movimento contra o O'Ring, estão envolvidos mais fatores que nas vedações estáticas.

A resistência ao fluido deve ser mais criteriosamente analisada, pois um aumento de volume maior que 20% pode criar dificuldades, e apenas um mínimo de contração (4% na maioria das vezes) pode ser tolerado.

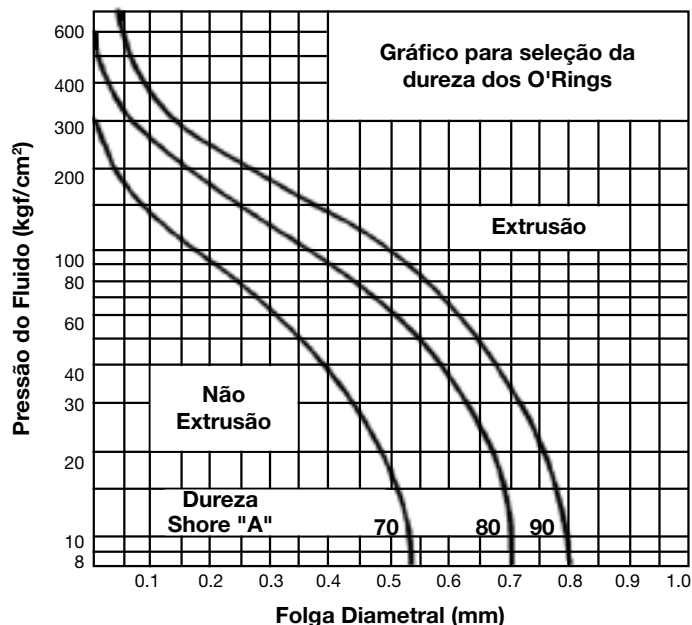
A superfície sobre a qual o O'Ring deverá se movimentar também torna-se importantíssima; ela deverá ser dura e resistente ao desgaste, e deverá ser suficientemente lisa para não atacar o anel, devendo ainda ser micro porosa para reter a lubrificação necessária.

A maioria das vedações com O'Rings em aplicações dinâmicas, são de movimento recíproco, encontradas nas hastes e pistões de cilindros hidráulicos e pneumáticos.

A necessidade do uso de anéis anti-extrusão dependerá da pressão, do tipo de borracha a ser usado, sua dureza, grandeza da folga diametral e do grau de "dilatação" esperado entre as partes metálicas.

O gráfico para **seleção da dureza dos O'Rings** poderá ser usado como uma referência para determinar se há necessidade ou não do uso de anti-extrusores. A curva para dureza 90 Shore "A" pode ser usada também como guia para comportamento dos anéis Parbak® Parker.

• Seleção da dureza dos O'Rings



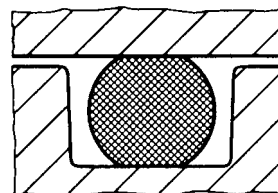
Falhas do O'Ring

O O'Ring, com sua forma geométrica simples, é moldado por injeção ou prensa, com um alto grau de precisão e em uma ampla gama de dimensões padronizadas. Na fase de projeto, o projetista deve verificar completamente a aplicação, para selecionar o elastômero que ofereça a melhor resistência às várias influências físicas e químicas. Os danos característicos de um O'Ring podem ser de várias formas:

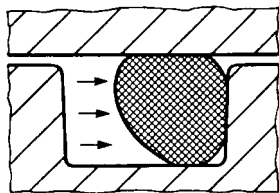
Extrusão - O efeito da pressão

A gama de pressões dadas pelo gráfico de extrusão (veja gráfico acima) foram obtidas por experimentação e dão boas indicações de como e quando é necessário utilizar-se os Parbaks® Parker.

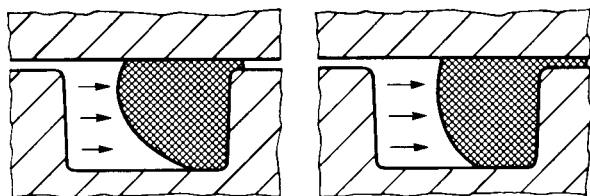
Antes da pressurização, o O'Ring se aloja deformado entre as duas superfícies.



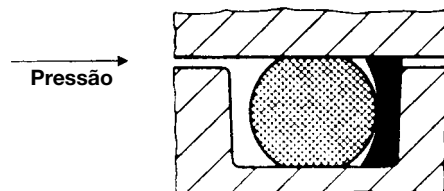
Ao ser pressurizado, o O'Ring atua como um fluido incompressível, exercendo uma pressão sobre o alojamento, proporcional à pressão do sistema.



A altas pressões, uma grande quantidade de material é forçada a entrar na folga, que por sua vez causa o dano ao O'Ring.



Um anel anti-extrusão Parbak® Parker, colocado no lado não pressurizado do O'Ring, evita que o mesmo seja introduzido na folga.



A extrusão se caracteriza por um descascamento, ou por “mordeduras” na superfície do O'Ring, constituindo-se na causa mais frequente de falha dos O'Rings.

• O'Ring extrudado



• O'Ring com “mordeduras”



• O'Ring “descascado”



Este tipo de falha é mais pronunciado em aplicações dinâmicas, já que o material é aprisionado na folga e cortado. Os elementos de máquinas que “respiram” ou funcionam com pressões altas ou pulsantes, são especialmente suscetíveis à extrusão.

A falha por extrusão ocorre nas seguintes situações:

- Tolerâncias desnecessariamente abertas.
- Alta pressão.
- O'Ring muito “macio”.
- Variações físicas ou químicas que debilitam o O'Ring.
- Excentricidade.
- Cantos vivos nos alojamentos.
- Dimensões do O'Ring não apropriadas.

Para evitar essas falhas por extrusão as medidas corretivas são:

- Tolerâncias mais justas.
- Utilização de Parbaks®.
- Aumentar a dureza do O'Ring.
- Verificar e comprovar a compatibilidade com o fluido.
- Evitar a excentricidade.
- Reforçar os componentes dos equipamentos para evitar a dilatação e contração por pressão (respiração).
- Manter os raios de cantos do alojamento dentro da faixa de 0,10 à 0,40 mm.

Deformação permanente

A deformação permanente é a perda total ou parcial da memória elástica de um elastômero, e é também uma das falhas mais frequentes dos O'Rings. Caracteriza-se por um duplo amassamento do O'Ring (radial ou axial) que pode facilmente ser observado quando se desmonta o O'Ring. Esse problema se deve unicamente à seleção de um composto incorreto. A elasticidade de um O'Ring não depende somente do composto, também há influência da temperatura de trabalho, tipo e grandeza da deformação e envelhecimento provocado pelo meio (ex. ar, vapor, ácido, petróleo).

A deformação permanente pode ser descrita simplesmente como: a perda de ligações transversais entre as cadeias moleculares, ou como: **o surgimento de novas ligações (formadas por incidência de alta temperatura)**. A deformação permanente, claramente visível em temperaturas abaixo de zero, é geralmente reversível. A temperaturas mais altas, a elasticidade volta e as forças elásticas também voltam a atuar.

As causas da deformação permanente a altas temperaturas e a perda de eficácia da vedação são conhecidas, e podem ser descritas conforme segue:

- O composto do O'Ring tem uma deformação permanente muito pobre (já na fase de escolha do elastômero).
- Alojamento com dimensões incorretas.
- Temperaturas de trabalho mais altas que as previstas no projeto.
- Deformação alta devido ao pequeno volume do alojamento.
- Contato com um meio incompatível com o elastômero selecionado (graxa de montagem ou fluido de trabalho).
- O'Ring de qualidade irregular.

Esse tipo de falha pode ser evitado tendo-se em conta os seguintes pontos:

- Seleção de um elastômero já com baixa deformação permanente.
- Seleção de um elastômero compatível com as condições de trabalho.
- Reduzir a temperatura do sistema que contém o O'Ring.
- Comprovar se o composto do O'Ring é adequado.
- Redimensionar o alojamento.

- O'Ring com deformação permanente



O'Ring retorcido ou falha espiral

Essa é uma outra falha típica dos O'Rings, provocada parcialmente por deslizamento a seco. A superfície do O'Ring se caracteriza pela presença de marcas em formato espiral que algumas vezes produzem cortes profundos causando a falha.

- O'Ring retorcido com marcas espirais, ou com cortes espirais superficiais



As causas são:

- Peças excêntricas.
- Folgas grandes, o que significa que as partes móveis podem não estar concêntricas com as partes estáticas.
- Acabamento superficial inadequado.
- Lubrificação pobre ou inexistente.
- Material do O'Ring muito "macio".
- Movimento lento associado a curso longo (ruptura do filme de óleo).
- O'Ring enrolado no ato da montagem.

Essa falha pode ser evitada tomando-se as seguintes providências:

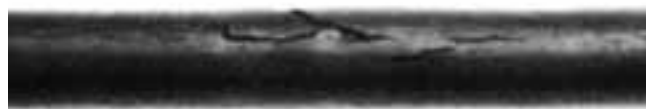
- Evitando-se a excentricidade.
- Melhorando o acabamento superficial.
- Utilizando um O'Ring mais "duro".
- Melhorando a lubrificação (lubrificação interna ou canais de lubrificação).
- Reduzindo a deformação da seção transversal.
- Selecionando um vedante com outro perfil.

Descompressão explosiva

Sob altas pressões os gases se difundem em todos os elastômeros, formando "bolhas" microscópicas entre as cadeias moleculares.

Ao descomprimir-se rapidamente o gás, as "bolhas" se expandem rompendo o composto internamente e explodindo ocasionalmente na superfície do O'Ring. É possível que o O'Ring inche ao ser descomprimido e retorne à sua forma original sem nenhuma evidência externa de falha ou ruptura.

- O'Ring danificado por descompressão explosiva



Esse problema pode ser solucionado se tomadas as seguintes providências:

- Aumentar o tempo de descompressão.
- Projetar a aplicação utilizando um O'Ring menor, de tal forma que o mesmo absorva menor quantidade de gás e que a ocupação do alojamento também seja menor permitindo maior expansão do O'Ring.
- Selecionar um material mais resistente para o O'Ring.
- Selecionar um composto com maior resistência à descompressão explosiva.

A Parker dispõe de dois compostos com boa resistência à descompressão explosiva.

Abrasão (Desgaste)

O desgaste é provavelmente o tipo de falha mais compreensível nos elementos de máquinas com movimento recíproco, rotativo ou oscilante. Para a compreensão desse tipo de falha há que se ter em conta que o atrito é proporcional à deformação, e que a pressão aplicada e o desgaste são proporcionais ao atrito, além de que, o incremento da temperatura, também é proporcional ao atrito.

Os parâmetros devem ser considerados conjuntamente com o meio para se conseguir um compromisso ótimo. Em aplicações estáticas, o dano devido ao desgaste é causado por pressões pulsantes, que provocam a erosão do O'Ring sobre superfícies relativamente ásperas ou contra as bordas dos alojamentos.

As causas principais de desgaste são:

- Acabamento superficial inadequado.
- Lubrificação pobre.
- Incidência de alta temperatura.
- Presença de impurezas no fluido do sistema.
- Pressão alta e/ou pulsante em aplicações estáticas.

- **O desgaste pode ser observado como um “achatamento” de um dos lados do O'Ring**



Essa falha pode ser evitada usando:

- Acabamento superficial correto.
- Selecionando um processo de usinagem melhorado.
- Trocando o fluido do sistema por outro com melhores características lubrificantes.
- Selecionando um composto com maior resistência à abrasão.
- Selecionando um composto auto lubrificante.
- Limpando todo o sistema, trocando o(s) filtro(s) e o fluido.

Esse tipo de falha caracteriza-se pelo achatamento de um dos lados do O'Ring, diferentemente da falha por deformação permanente em que se observa o achatamento de ambos os lados do O'Ring.

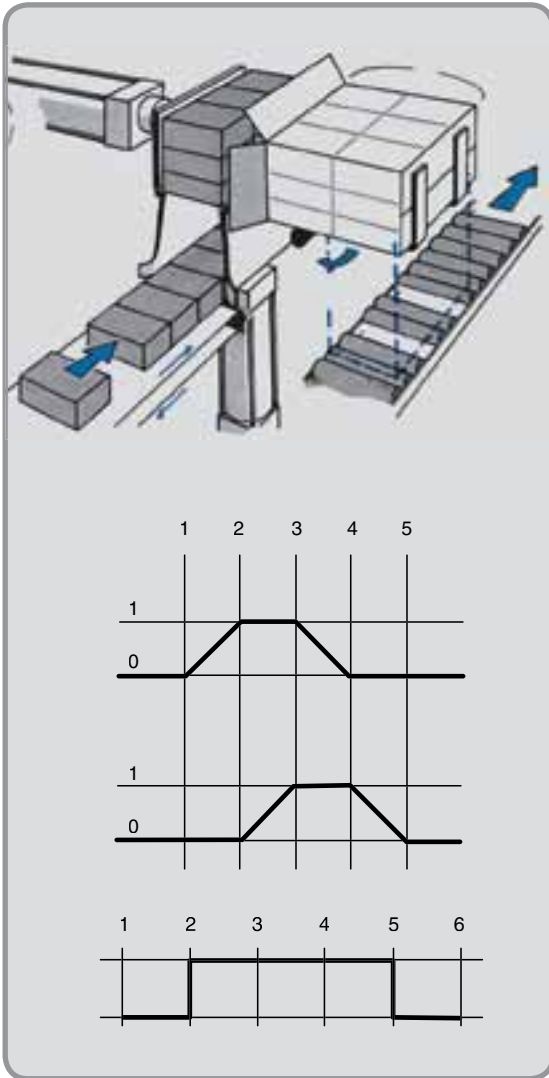
Falhas de montagem podem ser evitadas:

- Eliminando os cantos vivos do alojamento.
- Chanfrando as bordas dos furos e eixos da montagem com ângulos entre 15° e 20°.
- Garantindo a devida limpeza das contra peças e dispositivos de montagem.
- Confirmando o código (tamanho) do O'Ring antes do mesmo ser instalado.

Dicas de Instalação

- Selecione o anel correto baseando-se no número de referência da peça.
- Mantenha todas as peças limpas.
- Sempre use invólucros individuais ou providencie estocagem limpa e identificada.
- Não use ferramentas de aço para remoção ou instalação.
- Assegure-se de que novas peças não se misturem ou se contaminem quando estocadas.

Comandos pneumáticos sequenciais



Representação dos movimentos

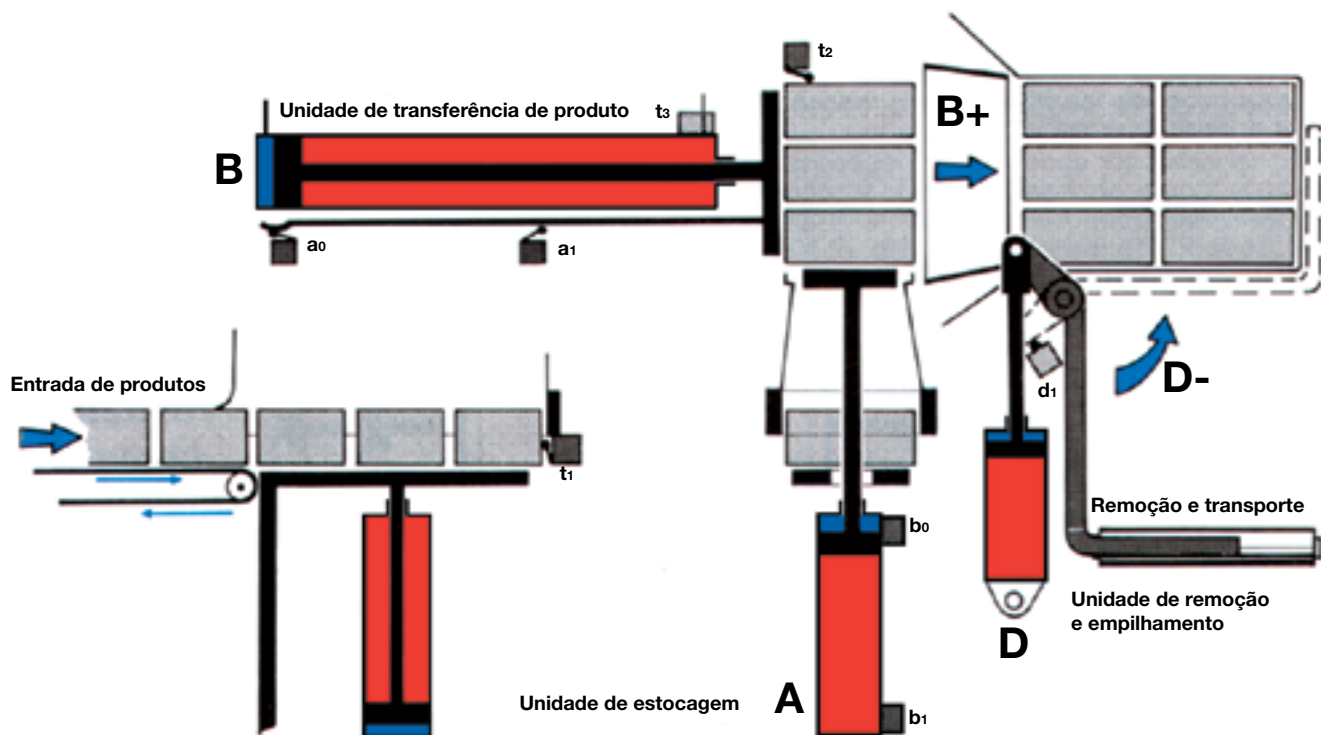
Formas de representação

Diagramas de movimentos

Método de construção de comandos pneumáticos



Comandos pneumáticos sequenciais



Representação dos movimentos

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

A necessidade de representar as seqüências dos movimentos de trabalho, e de comando, de maneira facilmente visível, não necessita de maiores esclarecimentos. Assim que existir um problema mais complexo, os movimentos serão reconhecidos rápida e seguramente, se for escolhida uma forma conveniente de representação dos movimentos. Além disso, uma representação clara possibilita uma compreensão bem melhor. Com auxílio de um exemplo, pretende-se apresentar as possibilidades de representação mais utilizadas.

Exemplo:

Pacotes que chegam por uma esteira transportadora de rolos são levantados e empurrados pela haste de cilindros pneumáticos para outra esteira transportadora. Devido a condições de projeto, a haste do segundo cilindro só poderá retornar após a haste do primeiro ter retornado.

Formas de representação

Seqüência cronológica:

- A haste do cilindro A avança e eleva o pacote.
- A haste do cilindro B avança e empurra o pacote para a esteira II.
- A haste do cilindro A retorna à sua posição inicial.
- A haste do cilindro B retorna à sua posição inicial.

Anotação em forma de tabela

Movimento	Cilindro A	Cilindro B
1	avança	parado
2	parado	avança
3	retorna	parado
4	parado	retorna

Indicação vetorial

Avanço →
 Retorno ←
 Cilindro A →
 Cilindro B →
 Cilindro A ←
 Cilindro B ←

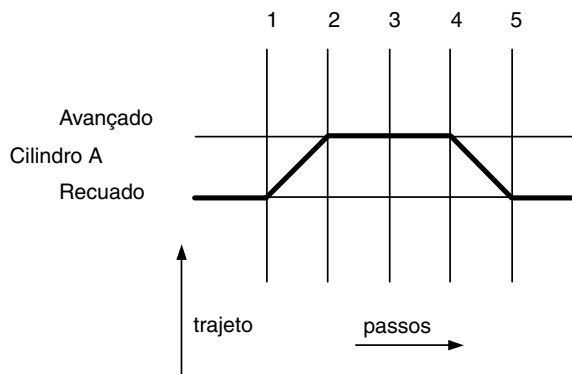
Indicação algébrica

Avanço +
 Retorno -
 Cilindro A +
 Cilindro B +
 Cilindro A - ou A + B + A - B -
 Cilindro B -

Diagramas de movimentos

Diagrama trajeto-passo

Neste caso se representa a seqüência de movimentos de um elemento de trabalho; levando-se ao diagrama os movimentos e as condições operacionais dos elementos de trabalho. Isso é feito através de duas coordenadas, uma representa o trajeto dos elementos de trabalho, e a outra o passo (diagrama trajeto-passo).



Se existem diversos elementos de trabalho para um comando, estes serão representados da mesma forma e desenhados uns sob os outros. A ocorrência através de passos.

Do primeiro passo até o passo 2 a haste de cilindro avança da posição final traseira para a posição final dianteira, sendo que esta é alcançada no passo 2.

A partir do passo 4, a haste do cilindro retorna e alcança a posição final traseira no passo 5.

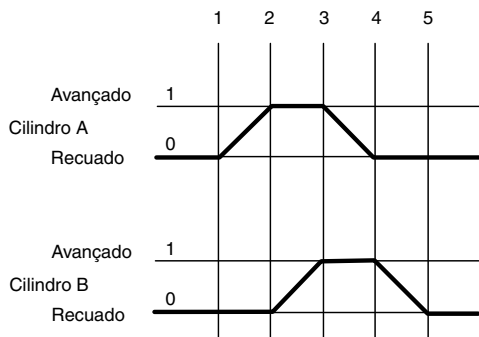
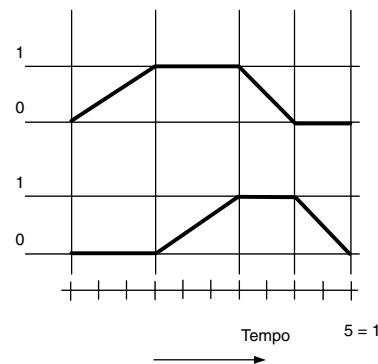


Diagrama trajeto-tempo

Neste diagrama, o trajeto de uma unidade construtiva é desenhado em função do tempo, contrariamente ao diagrama trajeto-passo.

Nesse caso, o tempo é desenhado e representa a união cronológica na seqüência, entre as distintas unidades.

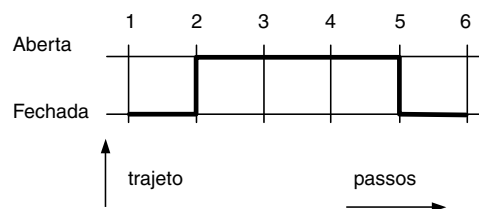


Para representação gráfica, vale aproximadamente o mesmo que para o diagrama trajeto-passo, cuja relação está clara através das linhas de união (linha dos passos), sendo que as distâncias entre elas correspondem ao respectivo período de duração do trajeto na escala de tempo escolhida.

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

Diagrama de comando

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

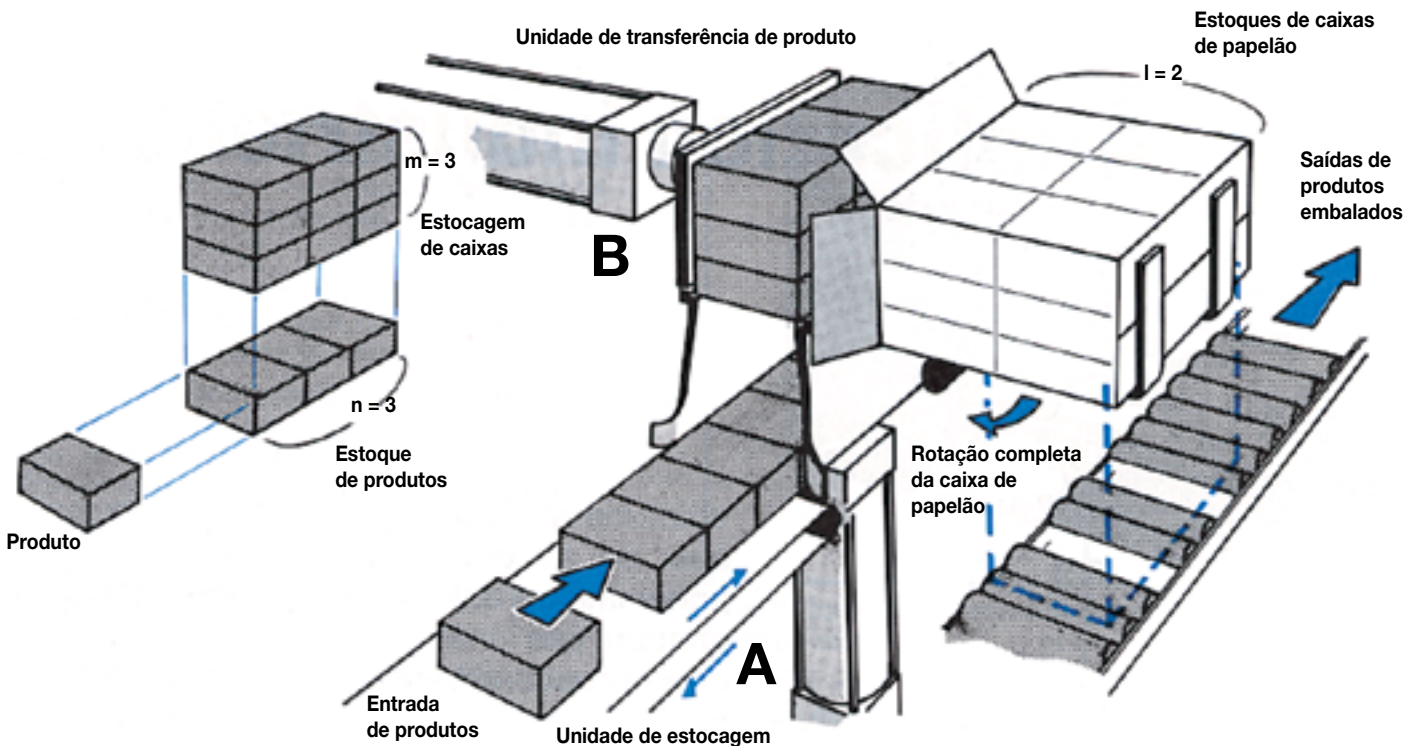


Método de construção de comandos pneumáticos

Método intuitivo

Exemplo: transporte de produtos

Produtos que chegam por uma esteira transportadora de rolos são levantados e empurrados pela haste de cilindros pneumáticos para outra esteira transportadora. Devido a condições de projeto, a haste do segundo cilindro só poderá retornar após a haste do primeiro ter retornado.



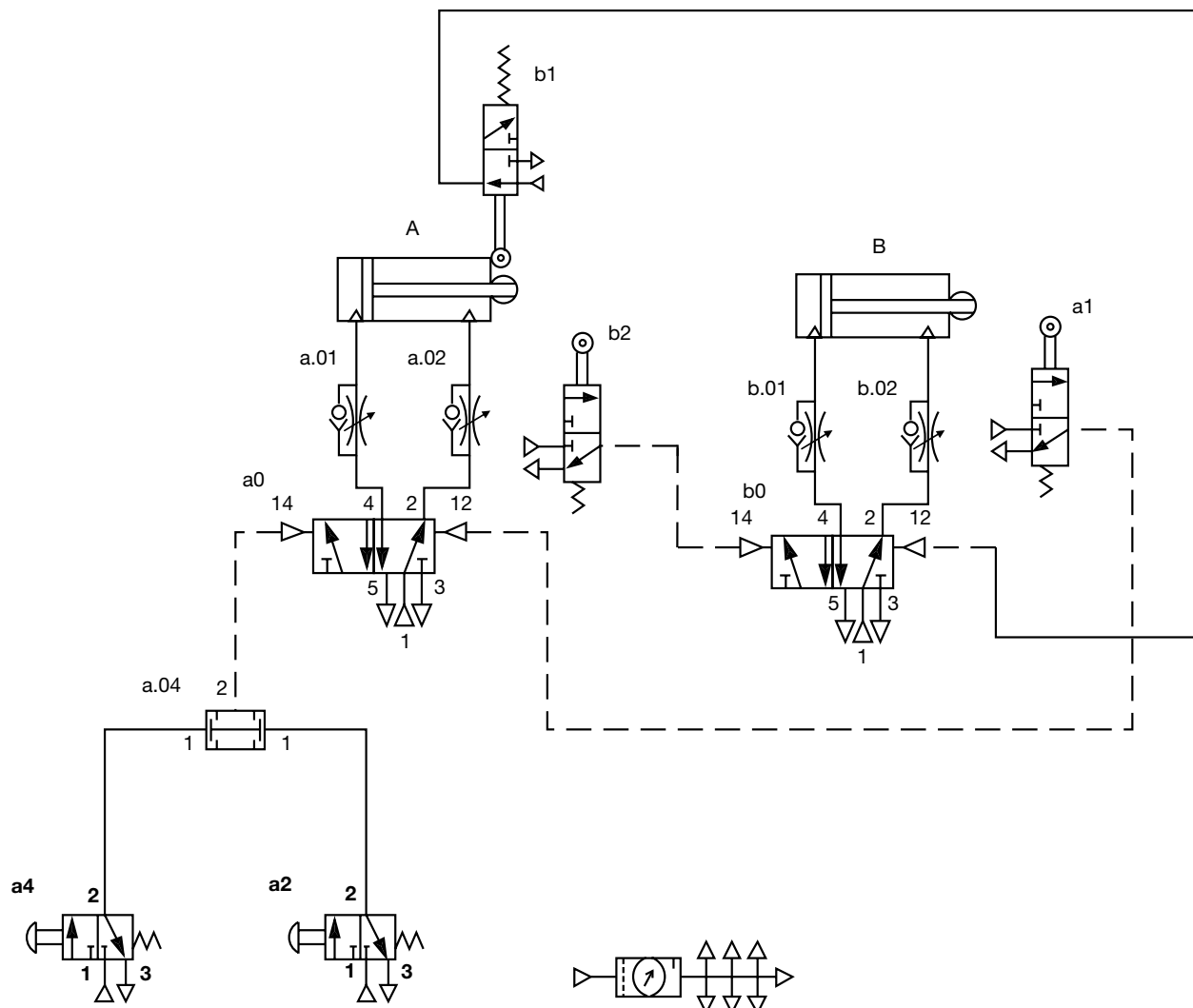
Construção do circuito

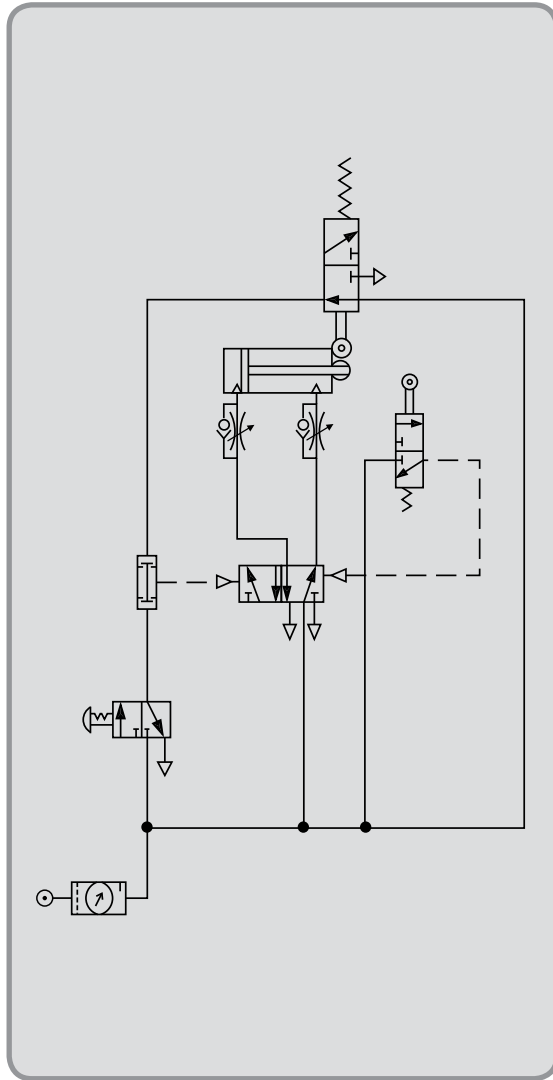
Como já foi mencionado, o procedimento para o traçado do esquema depende do desligamento do sinal. O traçado fica mais simples quando se escolhe um desligamento mediante a utilização de válvula gatilho, ou rolete escamoteável.

Para a confecção do projeto recomenda-se o seguinte:

- 1 - Determinar a sequência de trabalho;
- 2 - Elaborar o diagrama de trajeto-passo;
- 3 - Colocar no diagrama trajeto-passo os elementos fins de curso a serem utilizados;
- 4 - Desenhar os elementos de trabalho;
- 5 - Desenhar os elementos de comando correspondentes;
- 6 - Desenhar os elementos de sinais;
- 7 - Desenhar os elementos de abastecimento de energia;
- 8 - Traçar as linhas dos condutores de sinais de comando e de trabalho;
- 9 - Identificar os elementos;
- 10 - Colocar no esquema a posição correta dos fins de curso, conforme o diagrama de trajeto e passo;
- 11 - Verificar se é necessária alguma anulação de sinais permanentes (contrapressão) em função do diagrama de trajeto-passo;
- 12 - Introduzir as condições marginais.

Exemplo de aplicação do método intuitivo para forma sequencial A + B + A - B -





Circuitos pneumáticos básicos

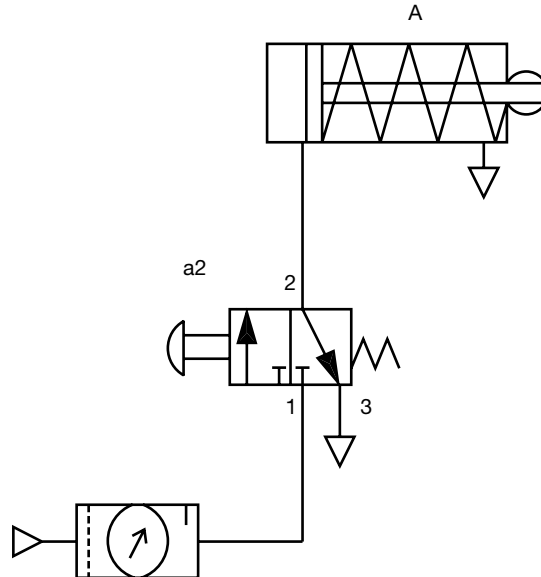
Circuitos pneumáticos sequenciais



Exercícios práticos

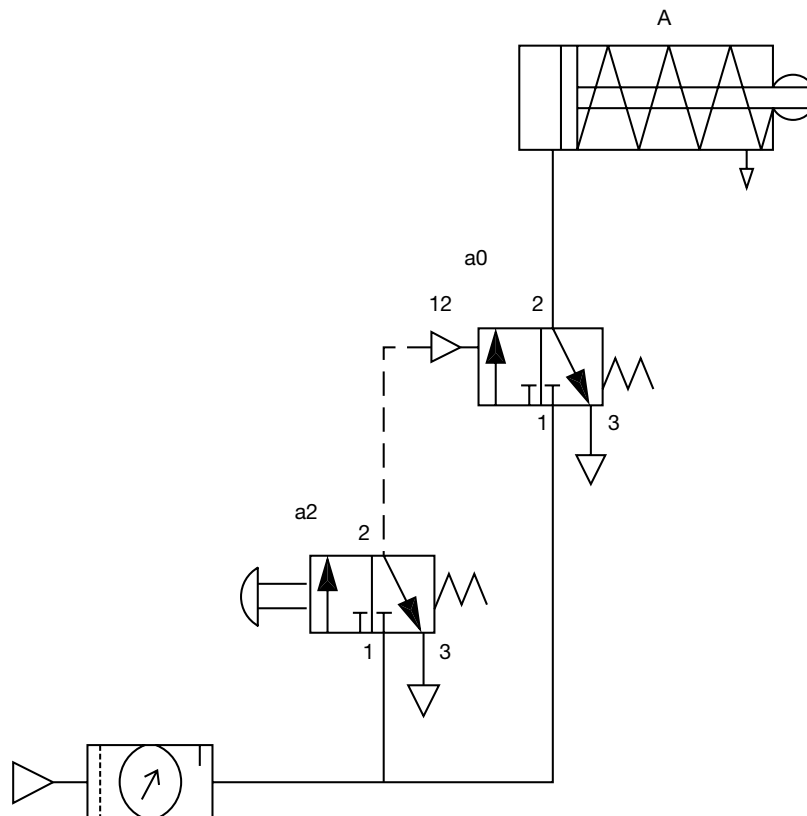
Circuito - 01

Comandar um cilindro de simples ação (comando direto).



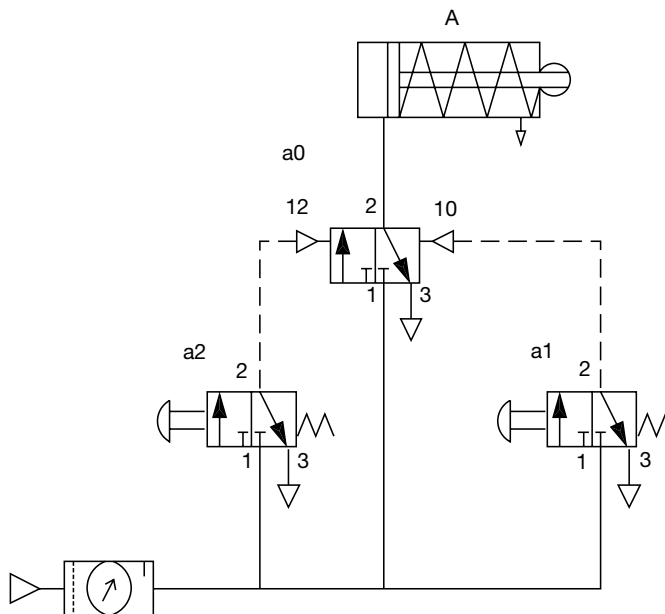
Circuito - 02

Comandar um cilindro de simples ação utilizando uma válvula simples piloto (comando indireto)



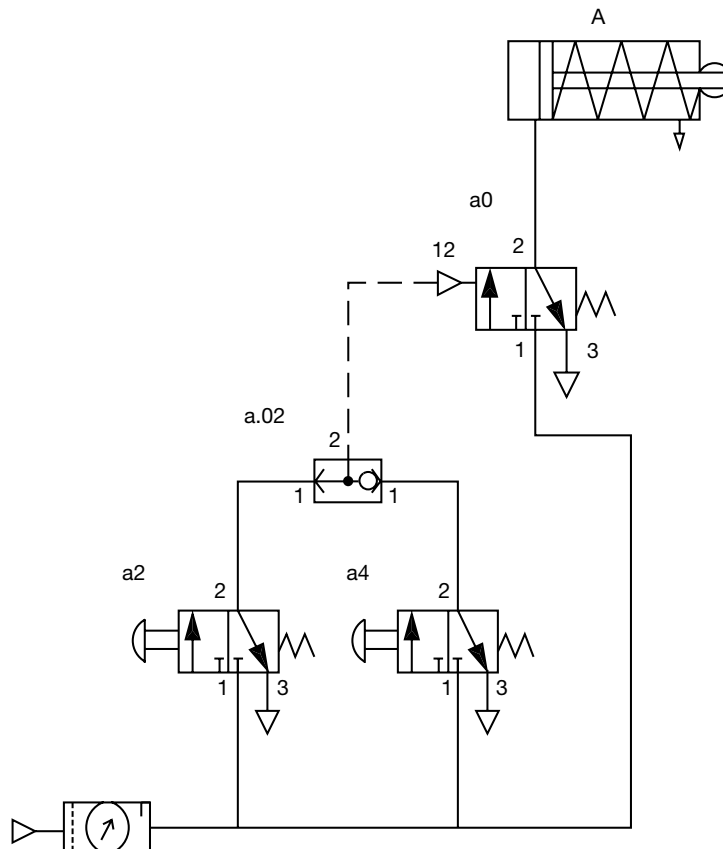
Circuito - 03

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



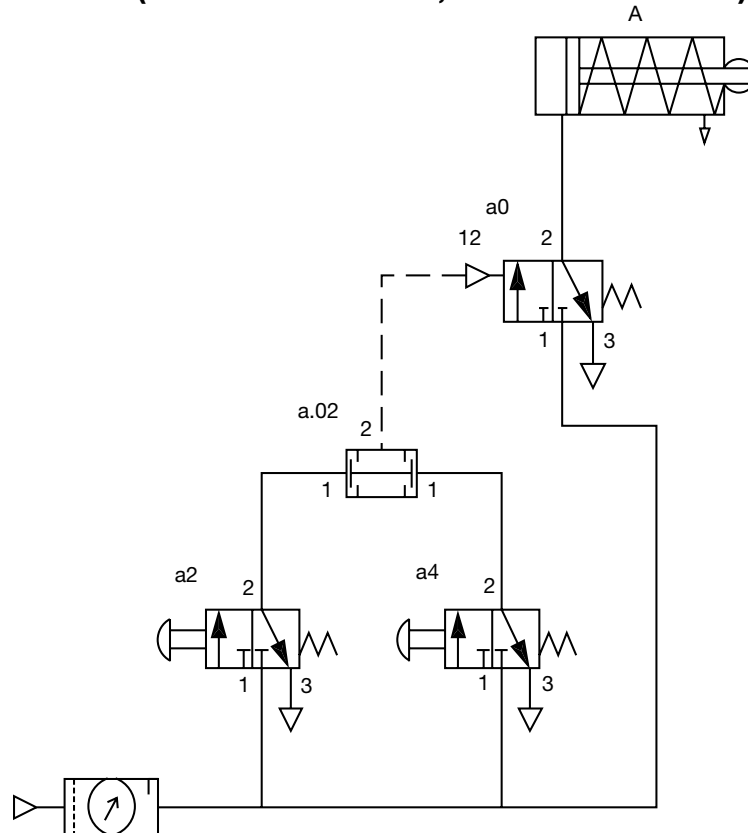
Circuito - 04

Comandar um cilindro de simples ação de dois pontos diferentes e independentes (utilizar elemento OU).



Circuito - 05

Comandar um cilindro de simples ação através de acionamento simultâneo de duas válvulas acionadas por botão (comando bimanual, utilizar elemento E).



Circuito - 06

Comandar um cilindro de simples ação através de acionamento simultâneo de duas válvulas 3/2 vias acionadas por botão, retorno por mola em série.

Circuito - 07

Comando direto de um cilindro de dupla ação.

Circuito - 08

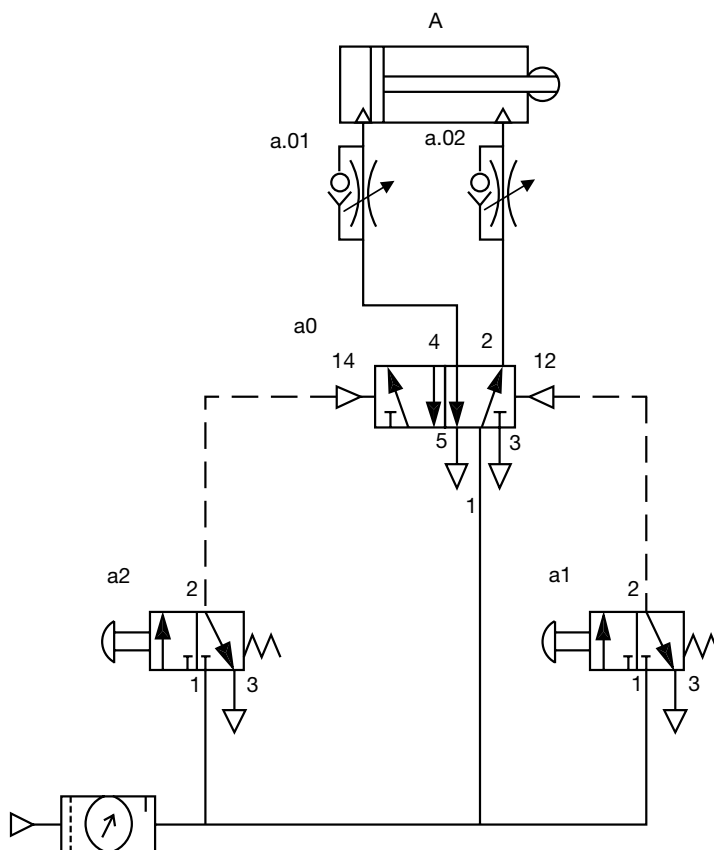
Comando direto de um cilindro de dupla ação com paradas intermediárias.

Circuito - 09

Comando indireto de um cilindro de dupla ação, utilizando uma válvula simples piloto.

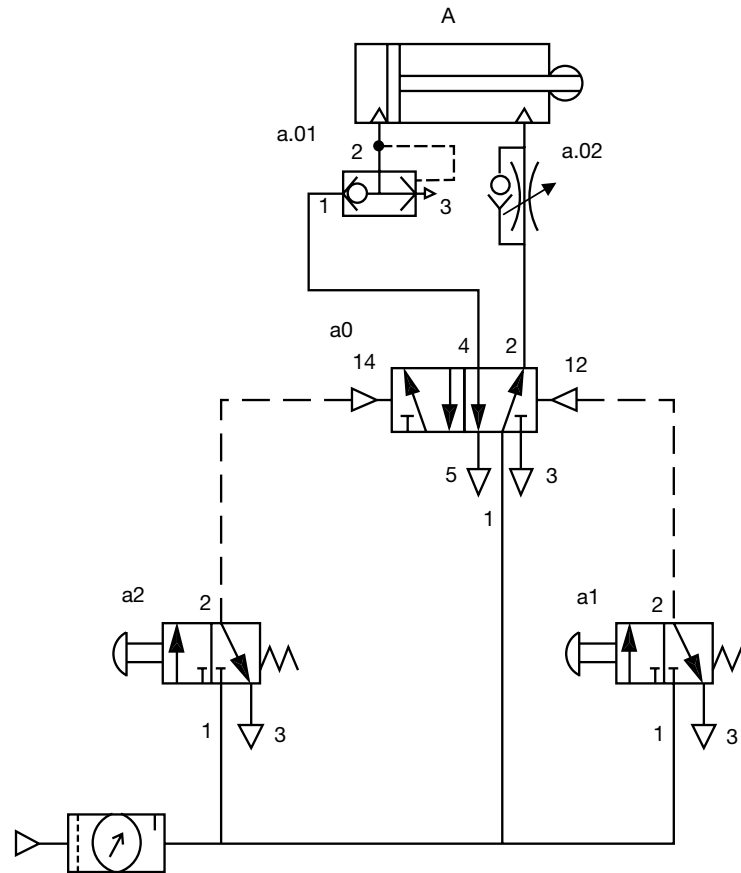
Circuito - 10

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



Circuito - 11

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



Circuito - 12

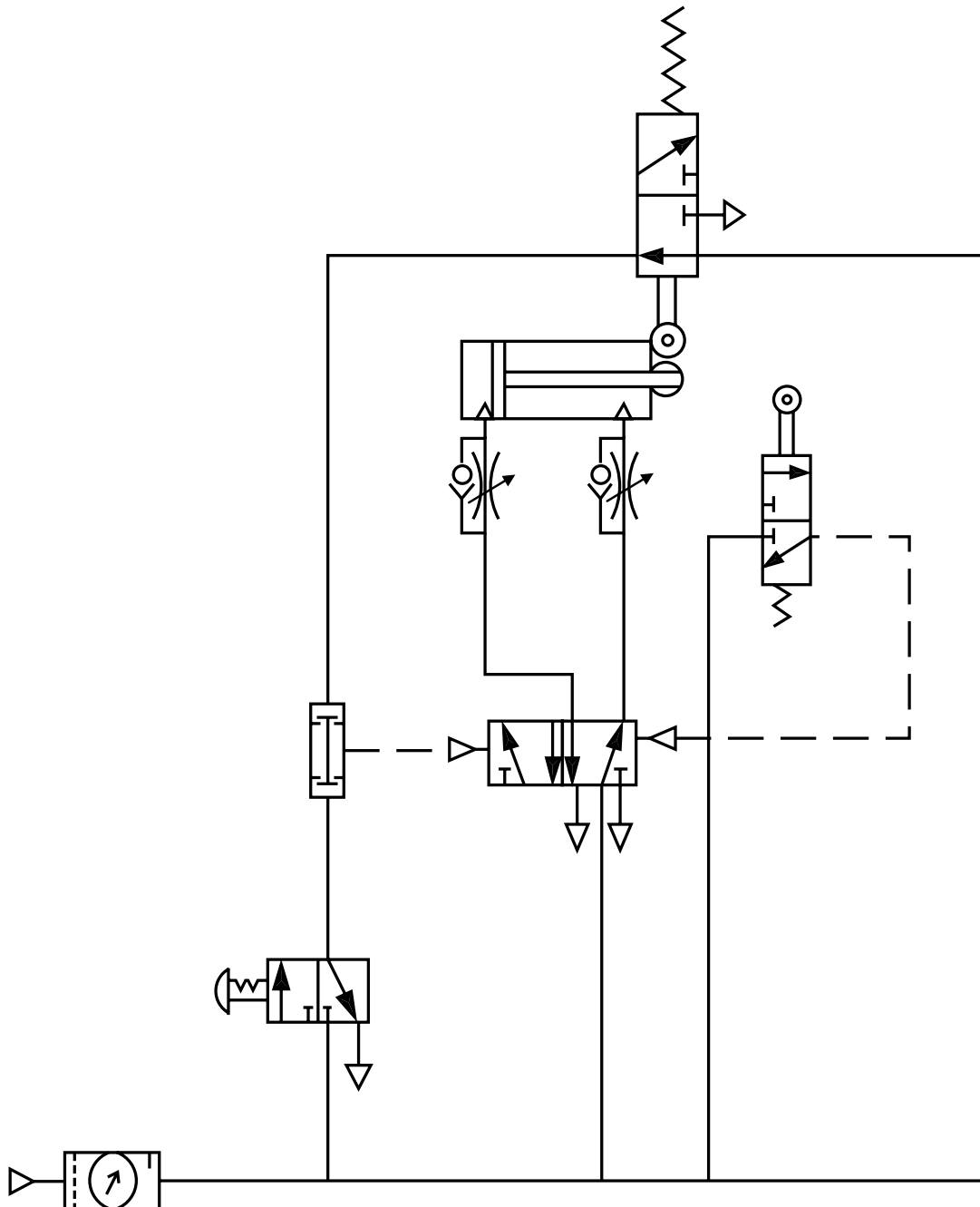
Avanço com retorno automático de um cilindro de dupla ação, com controle de velocidade para avanço e retorno (ciclo único).

Circuito - 13

Comando de um cilindro de dupla ação com ciclo único, controle de velocidade e emergência com retorno imediato do cilindro.

Circuito - 14

Comando de um cilindro de dupla ação, com ciclo contínuo utilizando uma válvula botão trava e controle de velocidade.

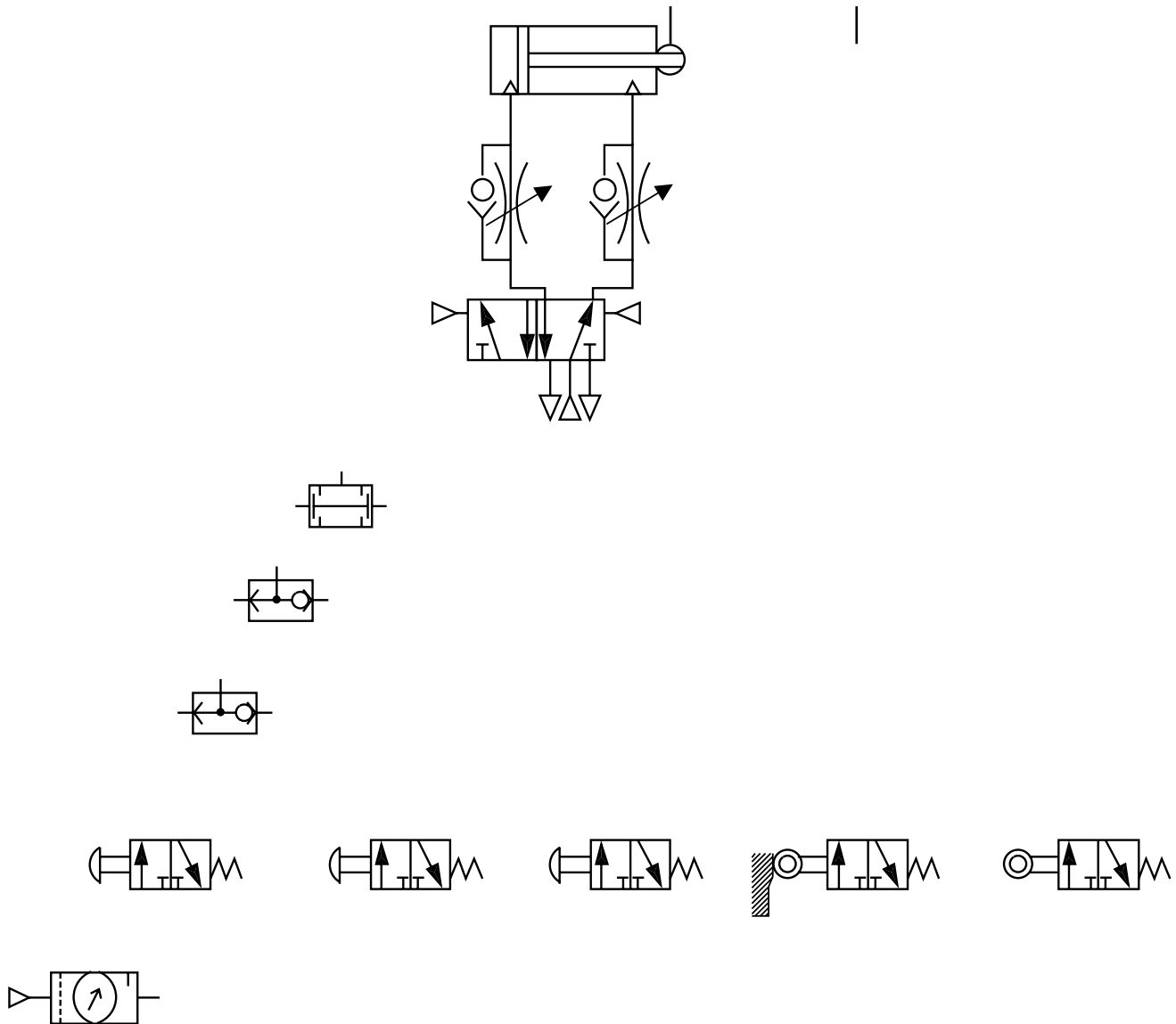


Circuito - 15

Comando de um cilindro de dupla ação com opção de acionamento para ciclo único ou ciclo contínuo.

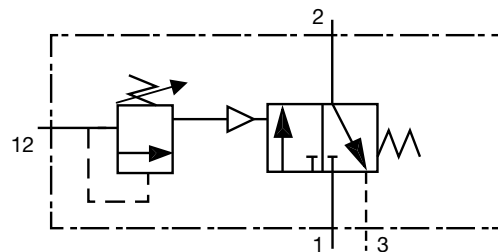
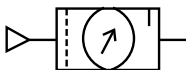
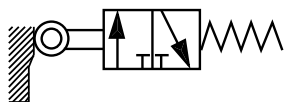
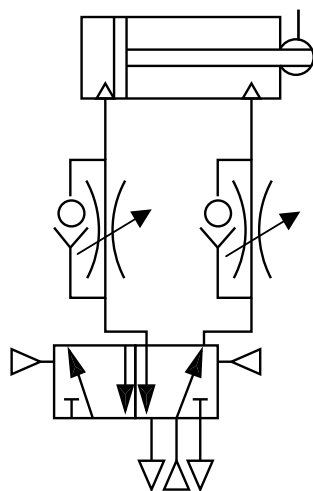
Circuito - 17

Comando de um cilindro de dupla ação através de três sinais diferentes e independentes, com confirmação de posição inicial.



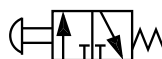
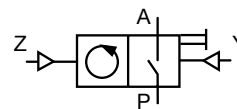
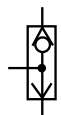
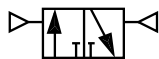
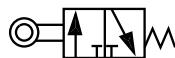
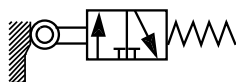
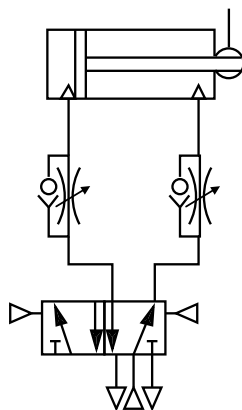
Circuito - 18

Comando de um cilindro de dupla ação com controle de velocidade, ciclo contínuo utilizando válvula botão trava, retorno automático do cilindro através de uma pressão pré-ajustada, utilizando uma válvula de seqüência.



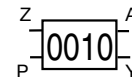
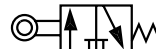
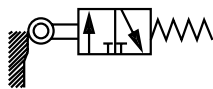
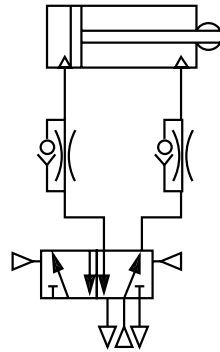
Circuito - 20

Comando de um cilindro de dupla ação, controle de velocidade, ciclo contínuo com um botão de partida e um botão de parada. Contagem de ciclos com desarme do ciclo contínuo quando atingida a programação de 10 ciclos.



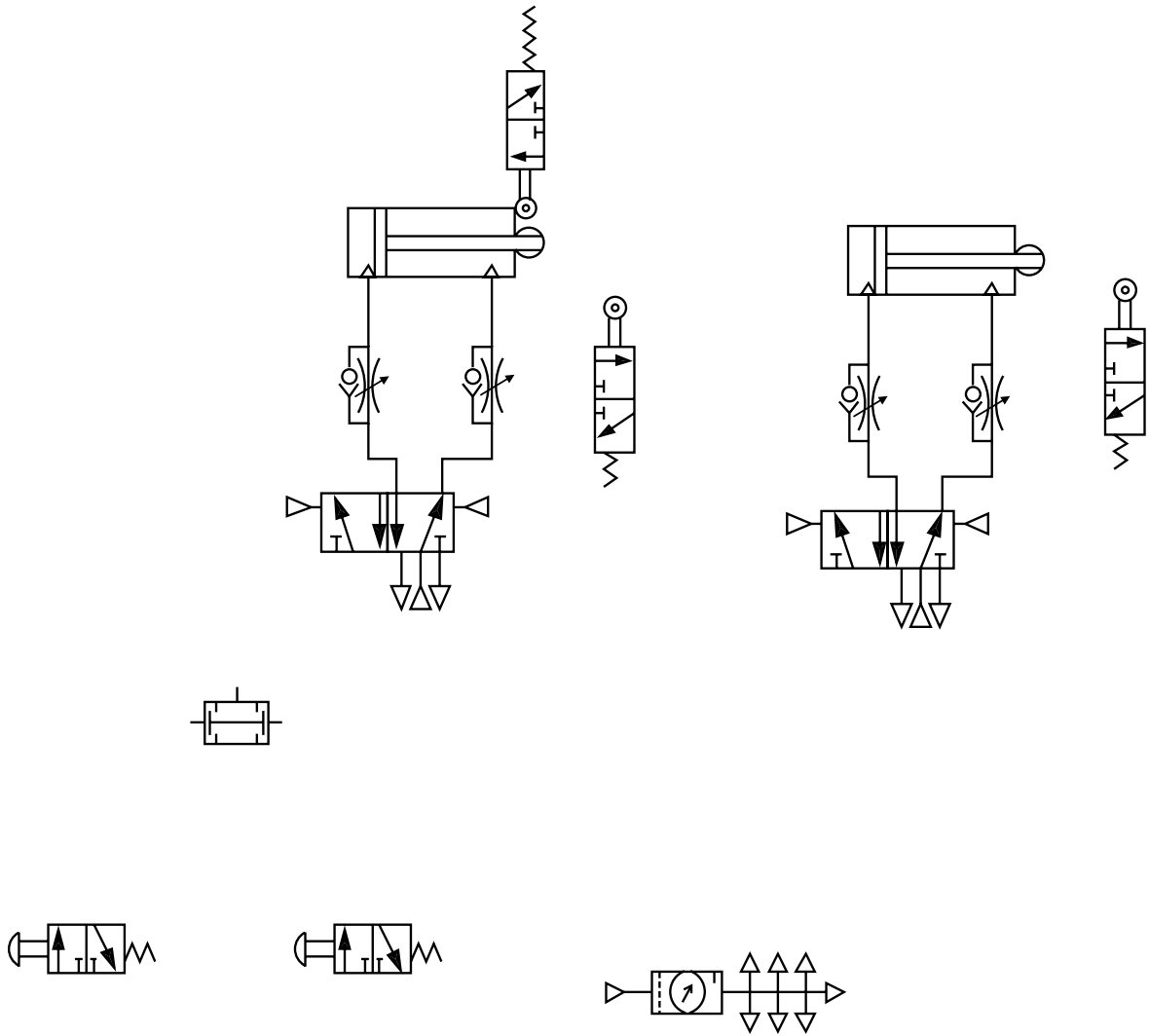
Circuito - 21

Projetar um circuito com opção de acionamento para ciclo único, ciclo contínuo e botão de parada do ciclo contínuo, contagem de ciclos, reset de contagem e temporização para o retorno.



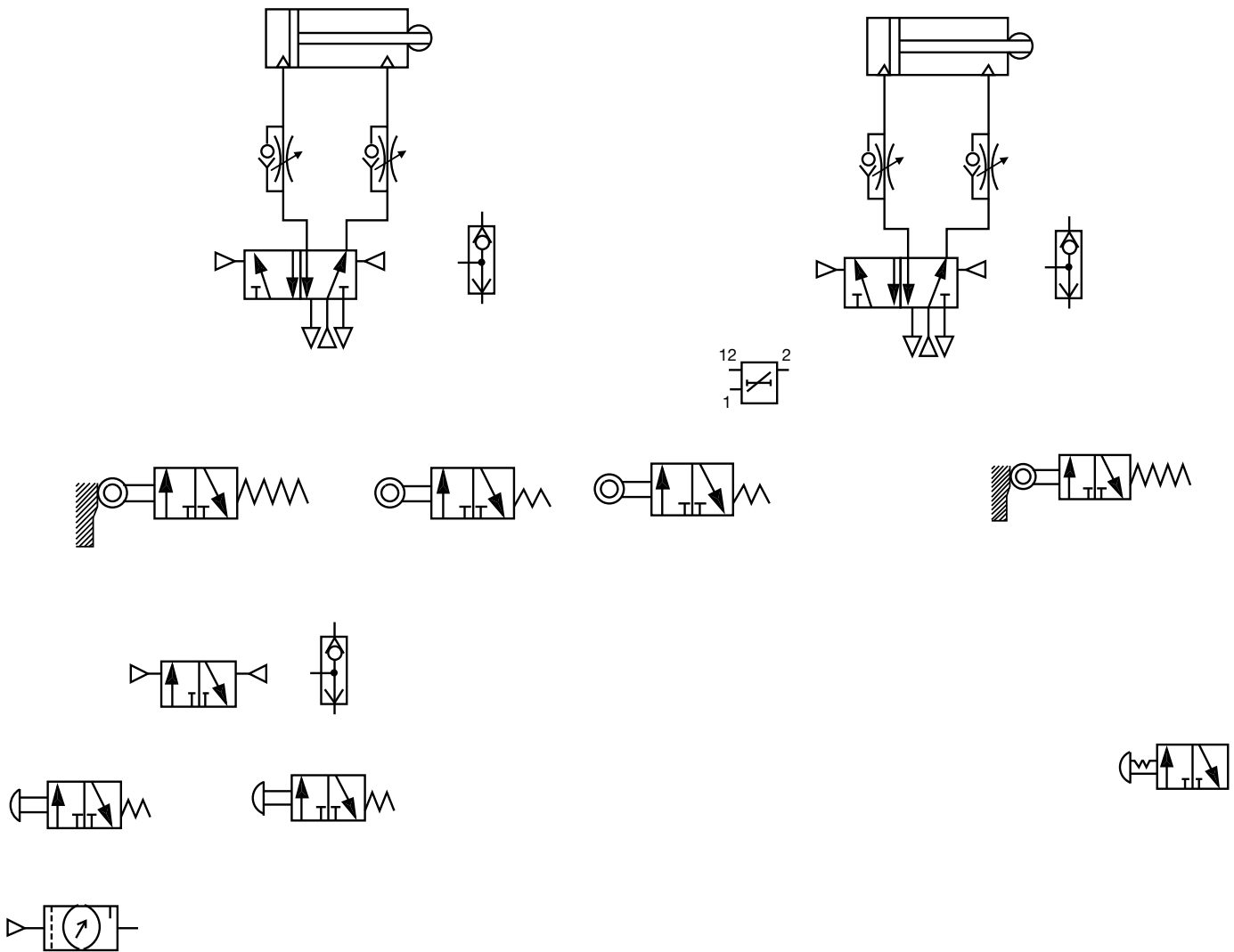
Circuito - 22

Elaborar um sistema com forma sequencial A + B + A - B -, com comando bimanual.



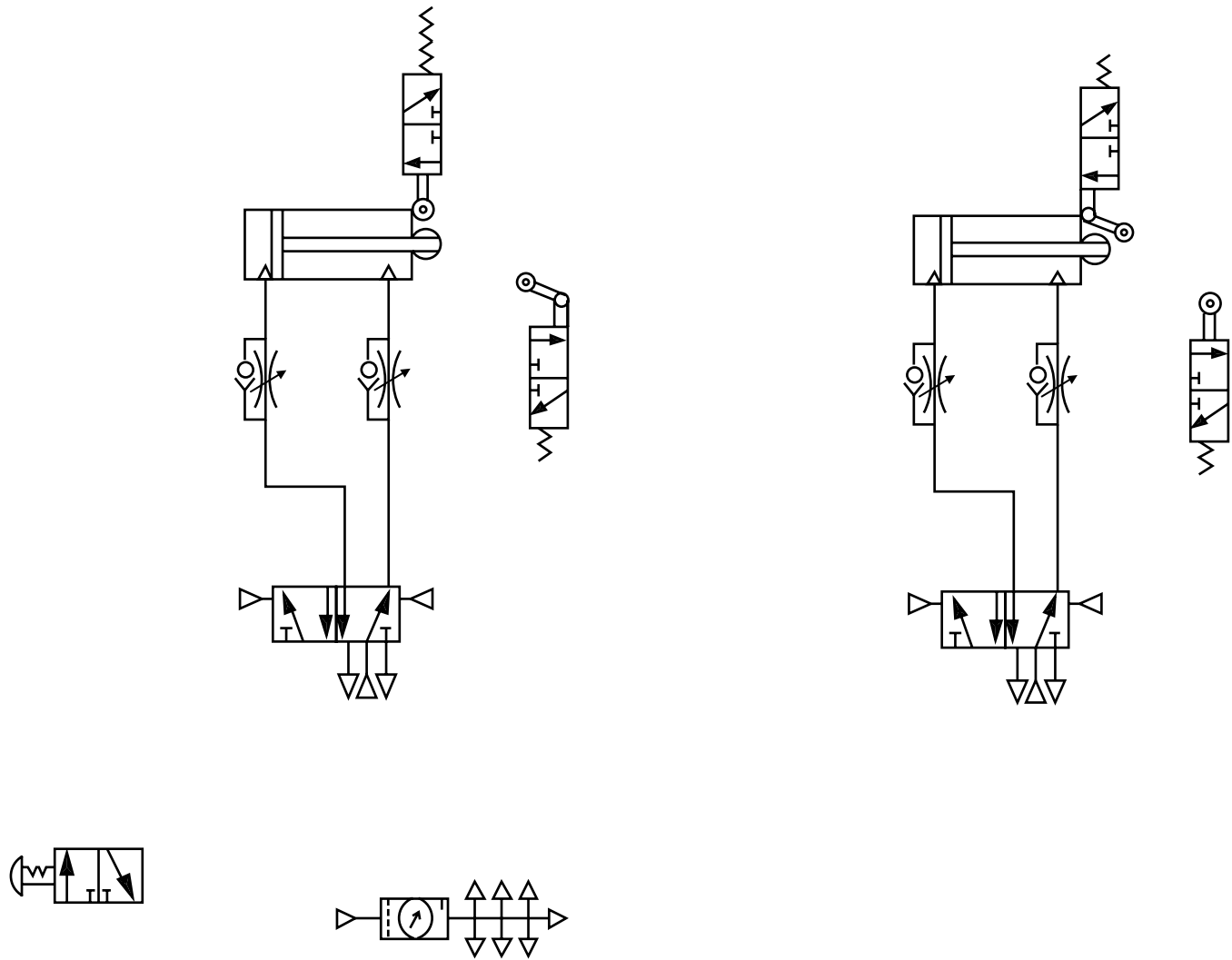
Circuito - 23

Elaborar um sistema com forma sequencial **A + B + A - B -**, ciclo contínuo, emergência com retorno imediato dos cilindros e com temporização para início de avanço do cilindro B.



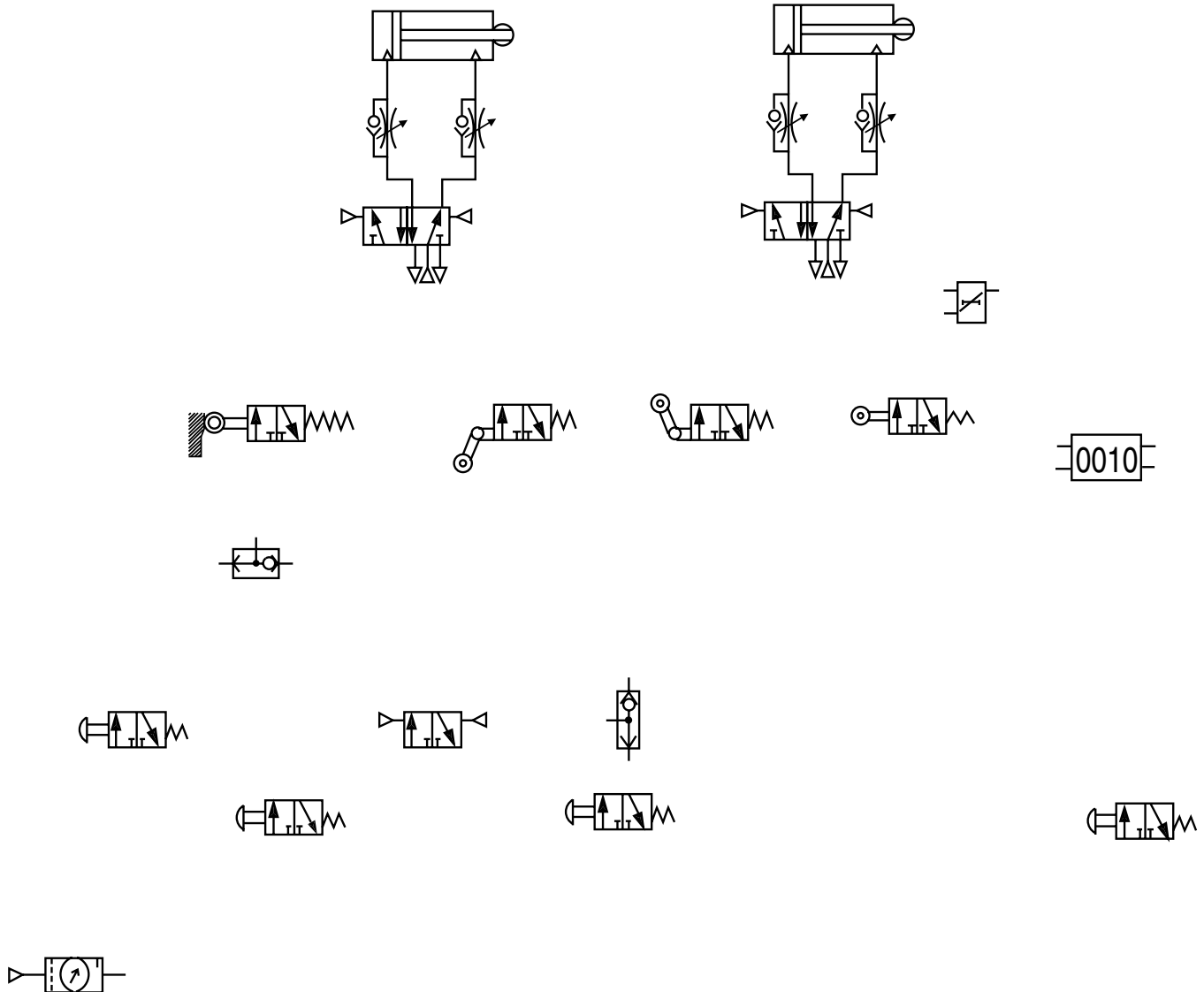
Circuito - 24

Elaborar um sistema com forma sequencial A + B + B - A -, ciclo contínuo, com controle de velocidade.



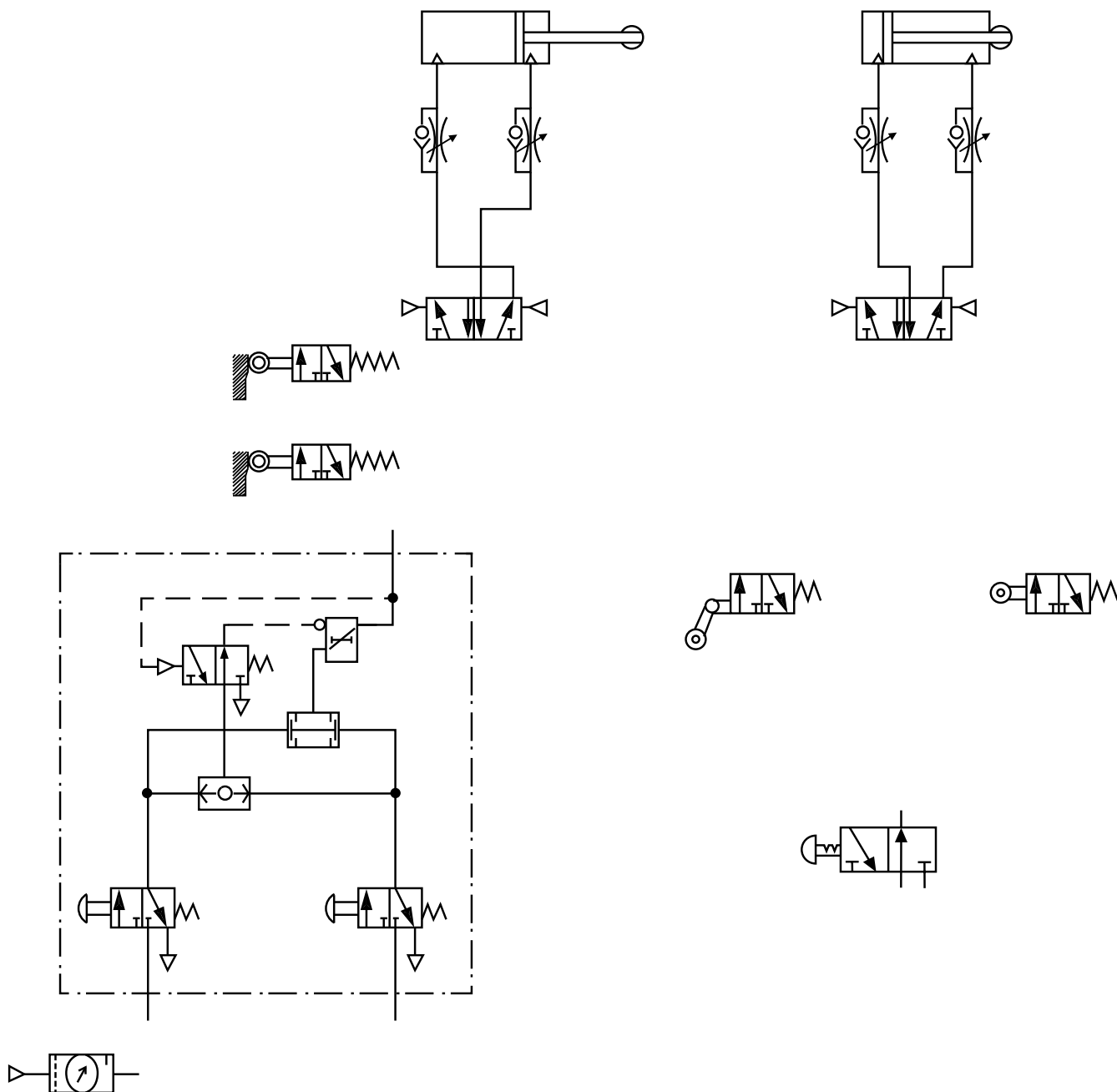
Circuito - 25

Elaborar um sistema com forma sequencial A + B + B - A -, com ciclo único, ciclo contínuo com um botão de partida e um botão de parada, controle de velocidade, contagem de ciclos, reset de contagem e temporização para o retorno do cilindro B.



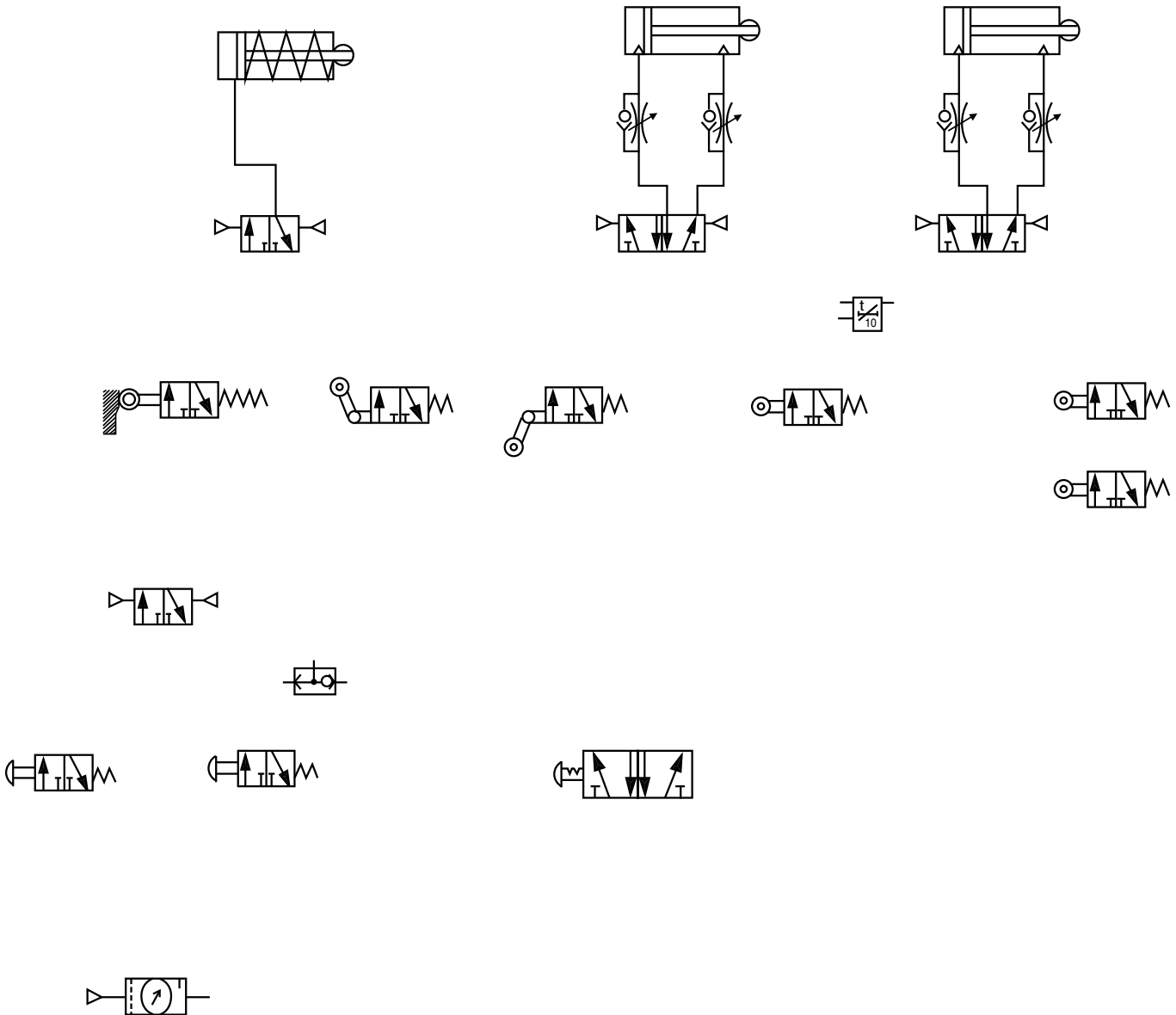
Circuito - 26

Elaborar um sistema com forma sequencial A - B + (A + B -), com comando através de bloco bimanual e emergência com despressurização dos cilindros.



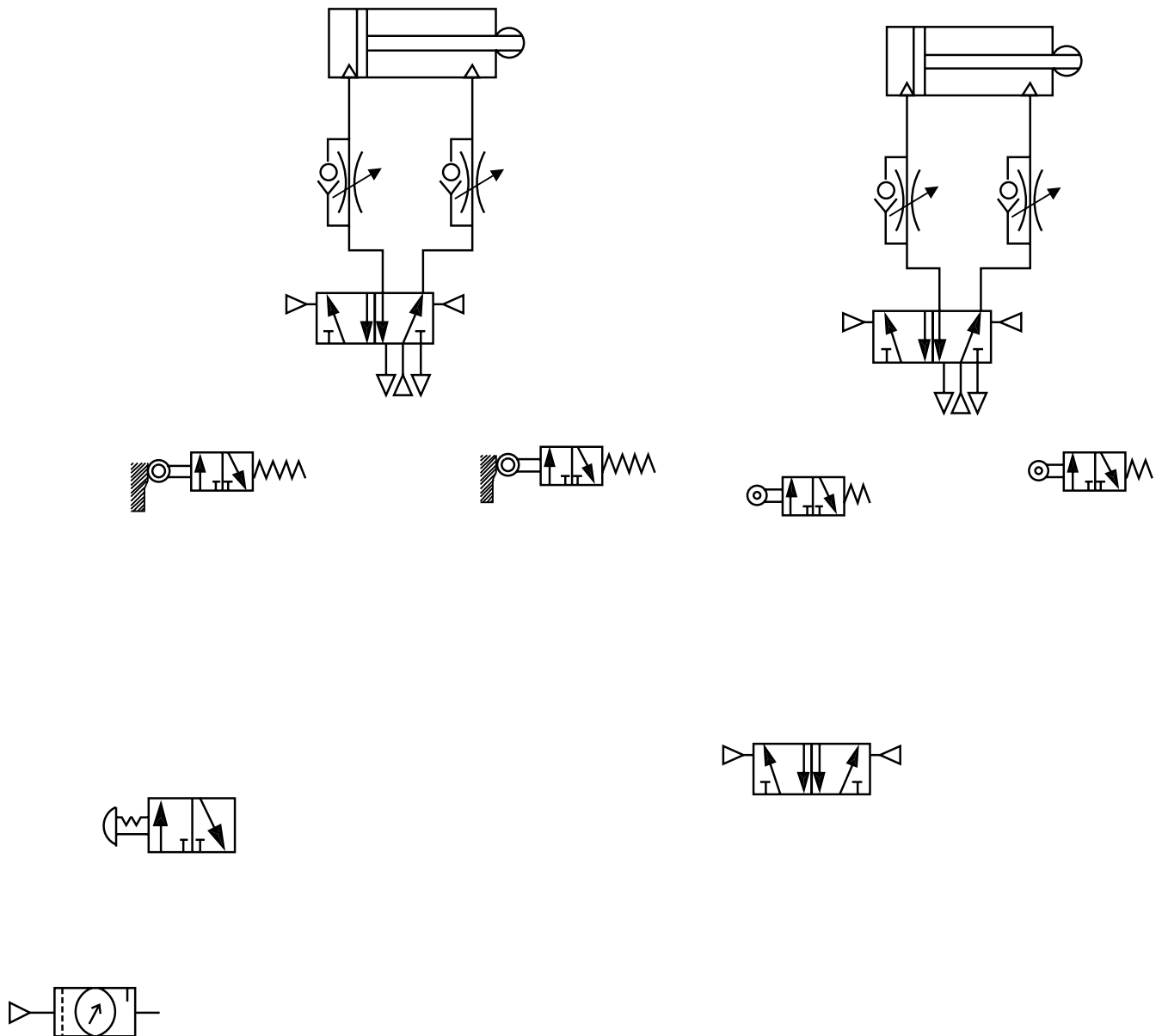
Circuito - 27

Elaborar um sistema com forma sequencial $A + B + (C + B -) C - A -$, ciclo contínuo com botão de partida e botão de parada, emergência com despressurização dos cilindros e desarme do ciclo contínuo, com temporização para início de avanço do cilindro C e retorno de B, cilindro A de simples ação.



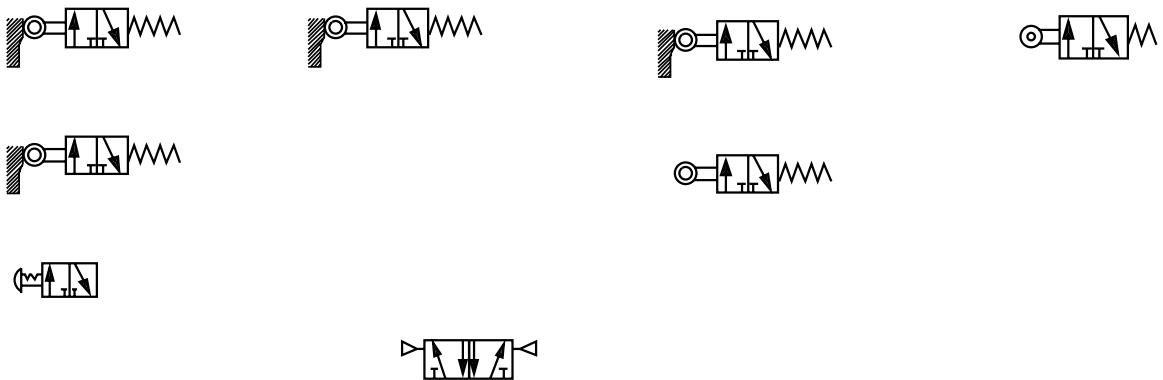
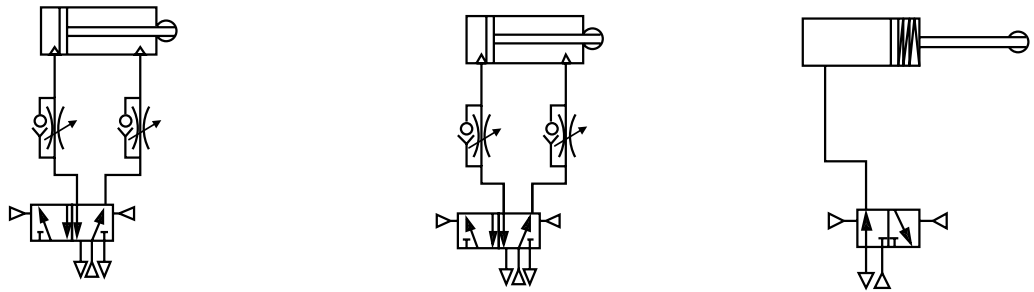
Circuito - 28

Elaborar um sistema com forma sequencial A + B + B - A -, ciclo contínuo, controle de velocidade, utilização de fim de curso rolete mola, com corte de sinal, através de uma válvula 5/2 vias memória.



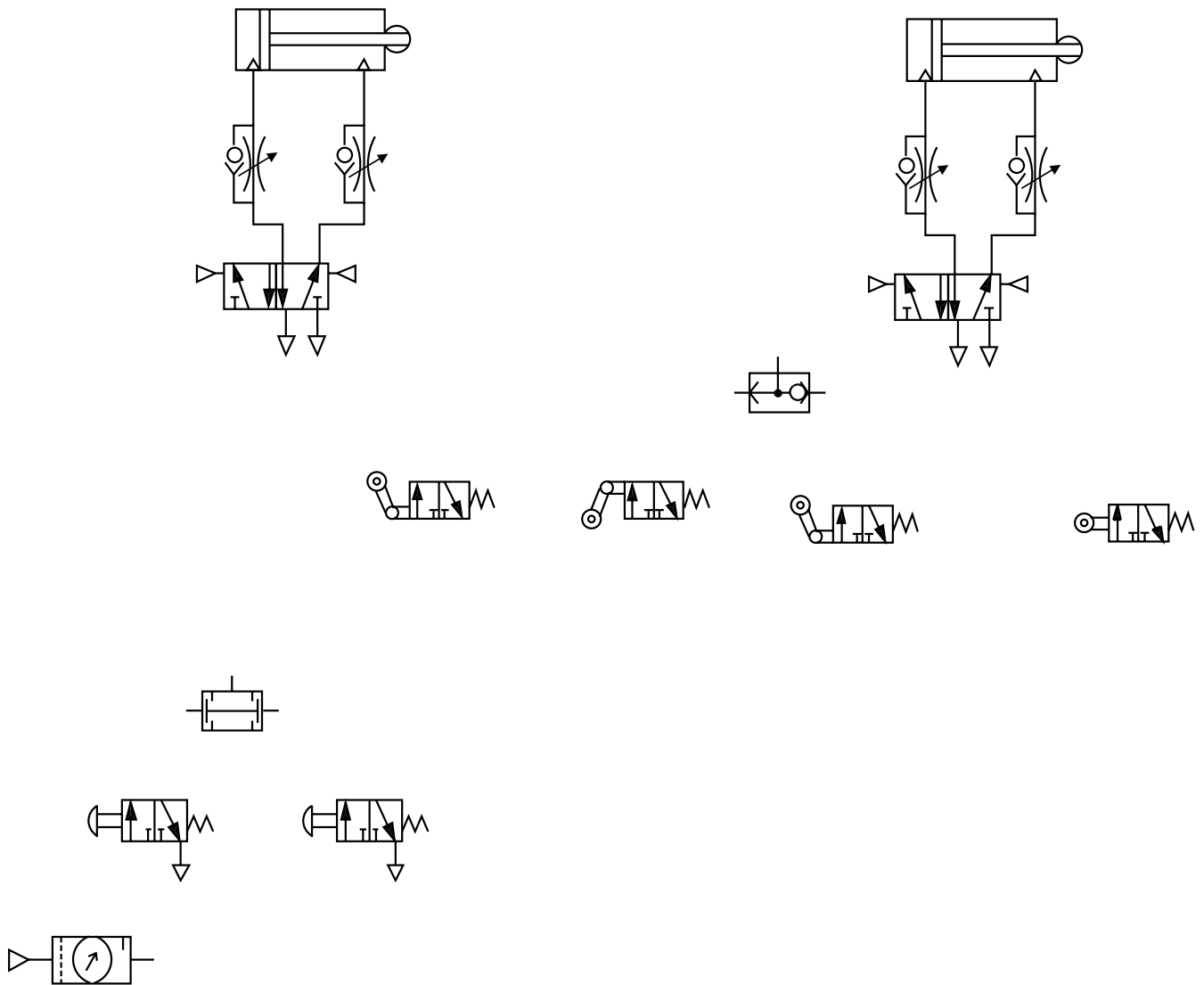
Circuito - 29

Elaborar um sistema com forma sequencial $A + (B + C -) B - (A - C +)$, ciclo contínuo, cilindro C de simples ação, utilização de fim de curso rolete mola, com corte de sinal, através de uma válvula 5/2 vias memória.



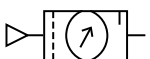
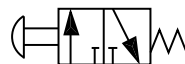
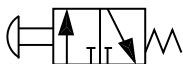
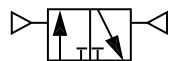
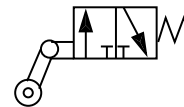
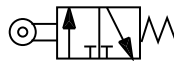
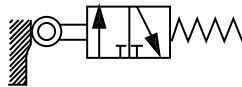
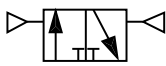
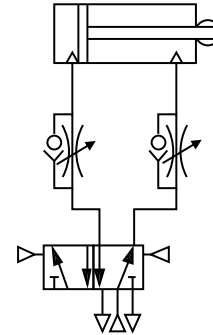
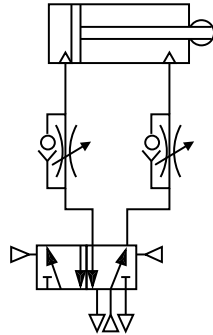
Circuito - 30

Elaborar um sistema com forma sequencial A + B + B - A - B + B -, com comando bimanual.



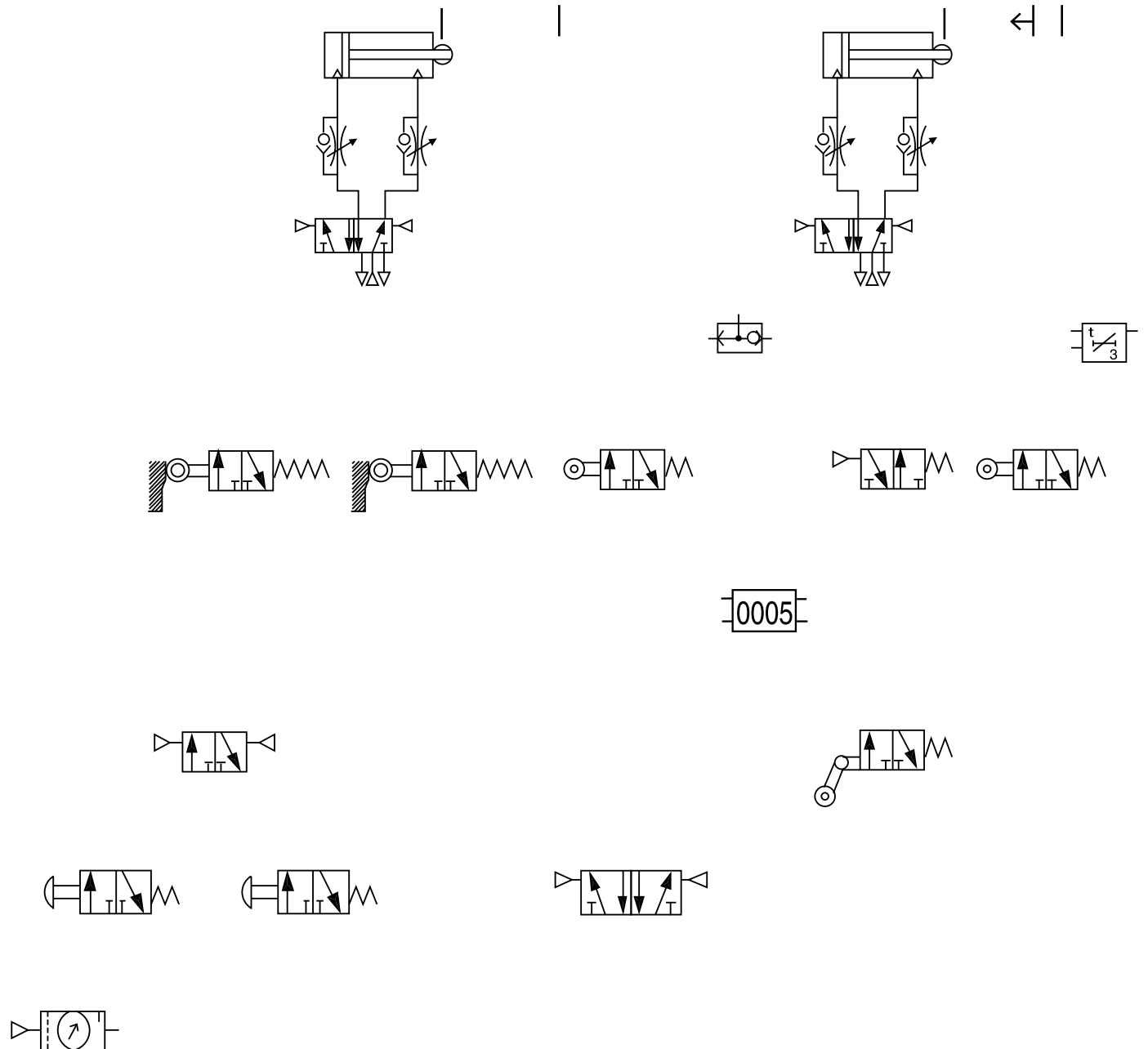
Circuito - 31

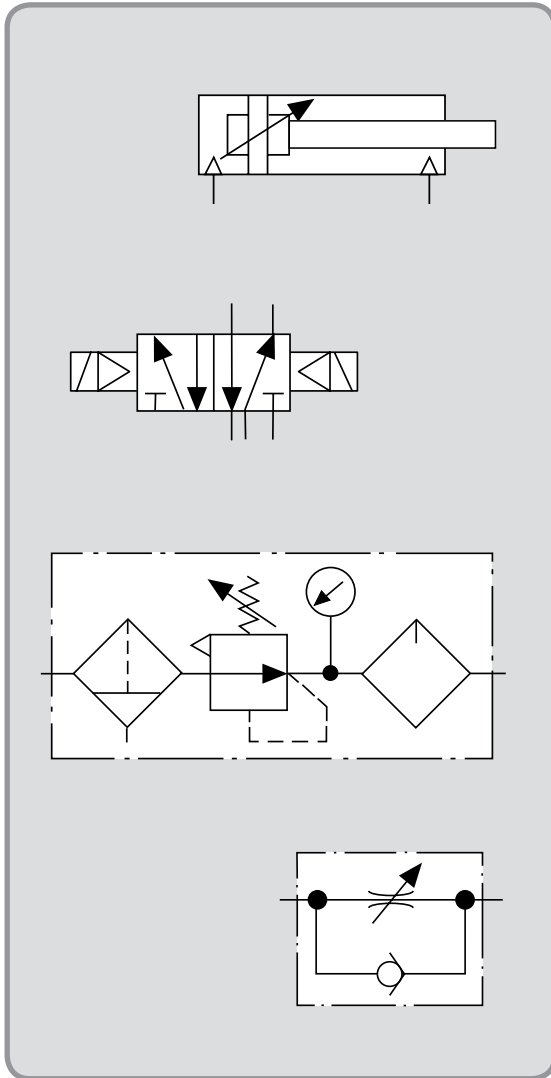
Elaborar um sistema com forma sequencial $A + (B + A -) B - A + A -$, com ciclo contínuo acionado por um botão liga e um botão desliga.



Circuito - 32

Elaborar um sistema com forma sequencial A + B + / B - B + B - B+ / B - A -, com ciclo contínuo acionado por um botão liga e um botão desliga, contagem de 5 movimentos no final do curso do cilindro B e para por 3 segundos toda vez que atingir fim de curso b1. Utilizar uma válvulas 5/2 vias duplo piloto para corte de sinal (evitar contrapressão) dos fins de curso a1 e b2.




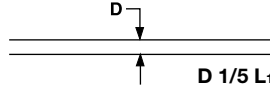
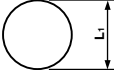

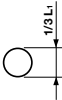


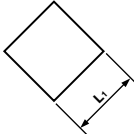


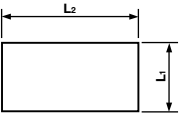
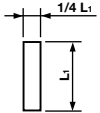
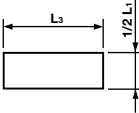
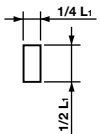
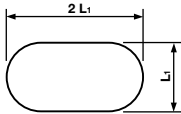
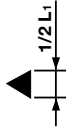
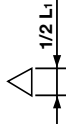

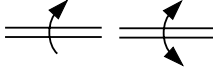











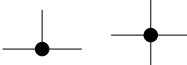


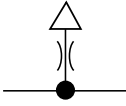
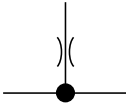
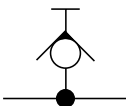
1. Símbolos básicos
2. Símbolos funcionais
3. Linhas de escoamento e conexões
4. Mecanismo de acionamento
5. Unidades de conversão de energia
6. Distribuição e regulação de energia
7. Armazenamento e condicionamento do fluido
8. Equipamentos suplementares

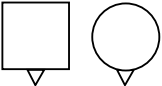
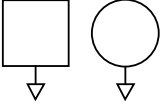
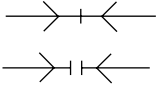
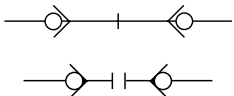
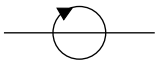
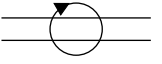
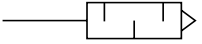
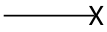


Simbologia Gráfica Conforme Norma ISO 1219 (NBR 8896)




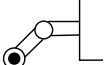




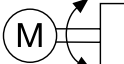



Nº	Denominação	Aplicação ou explanação sobre o símbolo	Símbolo
1 Símbolos básicos			
1.1	Linhas		
.1	Contínua	Linha de pressão, linha elétrica e linha de retorno.	
.2	Tracejada	Linha de pilotagem e linha de dreno.	
.3	Traço e ponto	Indicação de um conjunto de funções ou componentes contidas em uma única unidade.	
.4	Dupla	União mecânica (eixo, alavanca, haste de cilindro, etc.)	
1.2	Círculos e semicírculos		
.1	Diâmetro L_1	Unidade de conversão de energia (bomba, compressor e motor).	
.2	Diâmetro $3/4 L_1$	Instrumento de medição.	
.3	Diâmetro $1/3 L_1$	Válvula de retenção, junta rotativa, articulação mecânica e rolete (com ponto central).	
.4	Semicírculo $\varnothing L_1$	Motor ou bomba com ângulo de rotação limitado (oscilador).	
1.3	Quadrado		
.1	Lado L_1 , Conexões perpendiculares aos lados	Componente de comando e controle e unidade de acionamento (exceto motor elétrico).	
1.4	Losango		
.1	Lado L_1 , Ligações nos vértices	Dispositivo de condicionamento (filtro, separador e trocador de calor).	



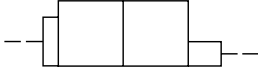
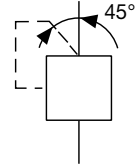
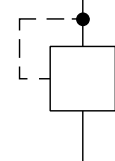




Nº	Denominação	Aplicação ou explicação sobre o símbolo	Símbolo
1.5	Retângulo		
.1	Lados L_1 e L_2 , onde $L_1 < L_2$	Cilindro e válvula.	
.2	Lados L_1 e $1/4 L_1$	Êmbolo.	
.3	Lados $1/2 L_1$ e L_3 , onde $L_1 \leq L_3 \leq 2L_1$	Usado em algumas formas de acionamento (por exemplo pedal, alavanca e etc.).	
.4	Lados $1/4 L_1$ e $1/2 L_1$	Elementos de amortecimentos em atuadores.	
1.6	Elipse (oval)	Reservatório pressurizado, acumulador e garrafa de gás.	
2 Símbolos funcionais			
2.1	Triângulo	Indica direção de fluxo e natureza do fluido.	
.1	Cheio	Fluxo hidráulico.	
.2	Só contorno	Fluxo pneumático ou exaustão para atmosfera.	
2.2	Setas		
.1	Setas retas ou inclinadas	Indicação de: Movimento linear. Direção e sentido do escoamento através de uma válvula. O sentido do fluxo de calor.	
.2	Setas curvas	Indicação de movimento de rotação. Eixo com rotação em único sentido. Eixo com rotação nos dois sentidos (reversível).	
.3	Setas inclinadas longa	Indicação de ajuste ou variação da bomba, solenóide, mola, etc.	

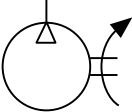
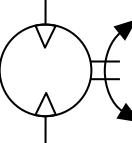
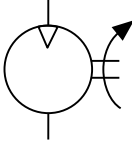
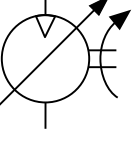
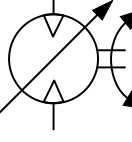
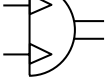
Nº	Denominação	Aplicação ou explicação sobre o símbolo	Símbolo
2.3 .1 .2 .3 .4 .5 .6 .7 .8	Outros símbolos funcionais	Linha elétrica. Passagem ou via bloqueada. Enrolamentos opostos em conversores elétricos magnéticos lineares. Indicação ou controle de temperatura. Fonte primária de energia. Mola. Restrição fixa. Acento de uma válvula de retenção.	       
3 Linhas de escoamento e conexões			
3.1 .1 .2 .3	Linhas de escoamento	Conexão das linhas de escoamento (união). Cruzamento de linhas não conectadas. Linha flexível (mangueira).	  
3.2 .1 .2 .3	Conexões	Sangria (purga) de ar para desaeração contínua. Sangria (purga) de ar para desaeração temporária, com conexão aberta. Sangria (purga) de ar para desaeração temporária, com saída bloqueada.	  

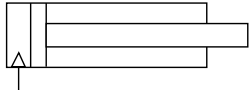
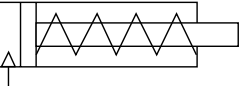
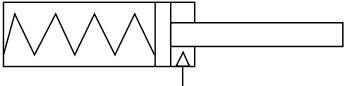
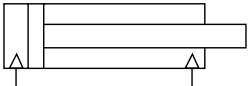
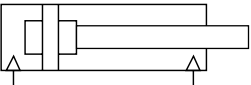
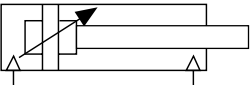
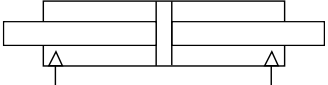
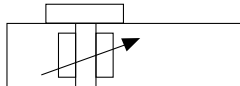
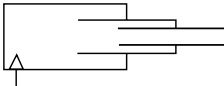
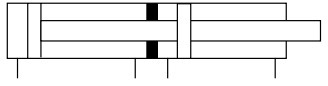
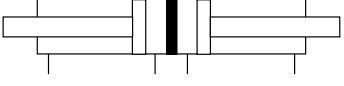
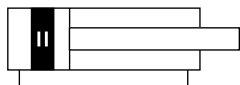
Nº	Denominação	Aplicação ou explicação sobre o símbolo	Símbolo
.4	Face sem provisão para conexão	Exaustão diretamente no elemento.	
.5	Face com provisão para conexão	Exaustão direcionado.	
.6		Engate rápido sem válvula de retenção (conectado e desconectado respectivamente).	
.7		Engate rápido com válvula de retenção (conectado e desconectado respectivamente).	
.8	Conexão rotativa	<p>União das linhas permite movimento de operação angular ou rotativa.</p> <p>- Com 1 via.</p> <p>- Com 2 vias.</p>	 
.9	Silenciador pneumático	Reduz o ruído do escape do ar.	
.10	Plug	Conexão bloqueada.	

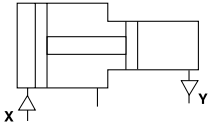
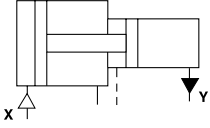
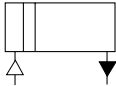

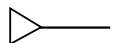


Nº	Denominação	Aplicação ou explicação sobre o símbolo	Símbolo
4 Mecanismo de acionamento			
4.1	Geral	Os símbolos de acionamento das válvulas devem ser desenhados em uma posição conveniente nas extremidades do retângulo da válvula.	
4.2	Componentes mecânicos		
.1	Haste	Movimento linear bidirecional (setas opcionais).	
.2	Eixo	Movimento rotacional bidirecional (setas opcionais).	
.3	Detente 2	Dispositivo que mantém uma dada posição contra uma força limitada.	
.4	Trava 1	Dispositivo usado para travamento de um mecanismo. O destravamento é feito por um método de comando independente. *) O símbolo de comando para destravamento é indicado no interior do retângulo.	
.5	Desposicionador	Evita a parada do mecanismo na posição de ponto morto central.	
4.3	Tipos de acionamento		
4.3.1	Acionamento muscular		
.1		Símbolo geral (sem indicação do tipo de acionamento).	
.2		Botão de empurrar.	
.3		Botão de puxar.	
.4		Botão de puxar/empurrar.	
.5		Alavanca.	
.6		Pedal com dois sentidos de acionamento	
.7		Pedal com um sentido de acionamento	

Nº	Denominação	Aplicação ou explicação sobre o símbolo	Símbolo
4.3.2	Acionamento mecânico		
.1		Pino ou apalpador.	
.2		Mola.	
.3		Rolete fixo.	
.4		Rolete articulado ou gatilho.	
4.3.3	Acionamento elétrico		
.1	Conversor eletromagnético linear com uma bobina	Solenóide.	
.2	Conversor eletromagnético linear com uma bobina e de ação proporcional	Solenóide proporcional.	
.3	Conversor eletromagnético linear com duas bobinas	Duas bobinas de atuação oposta unidas em uma única montagem.	
.4	Conversor eletromagnético linear com duas bobinas e de ação proporcional	Duas bobinas de atuação proporcional aptas a operarem alternadamente e progressivamente. Ex: motor torque, motor linear.	
.5	Motor elétrico		
4.3.4	Acionamento hidráulico ou pneumático		
4.3.4.1	Acionamento direto		
.1		Acionamento direto por pressão ou despressurização/ alívio (genérico).	
.2		Acionamento direto por acréscimo de pressão hidráulica.	
.3		Acionamento direto por acréscimo de pressão pneumática.	

Nº	Denominação	Aplicação ou explicação sobre o símbolo	Símbolo
.4		Acionamento direto por despressurização hidráulica.	
.5		Acionamento direto por despressurização pneumática.	
.6	Por diferencial de áreas	No símbolo, o retângulo maior representa o sinal prioritário.	
.7	Piloto interno	A tomada de pressão esta situada no interior da unidade.	
.8	Piloto externo	A tomada de pressão esta situada no exterior da unidade.	
4.3.4.2	Acionamento indireto (por pilotagem interna)		
.1	Piloto interno positivo	Por aumento de pressão através de um estágio piloto, com suprimento interno.	
.2	Piloto interno negativo	Por alívio de pressão através de um estágio piloto.	
4.3.4.3	Acionamento composto		
.1	Por solenóide ou botão	Em acionamentos paralelos (OU), os símbolos para os elementos de acionamento devem ser mostrados um ao lado do outro como, por exemplo, um solenóide e um botão de empurrar, os quais atuarão independentemente.	
.2	Por solenóide e piloto positivo	Para os acioamentos em série (E), os símbolos de acionamento dos sucessivos estágios devem ser mostrados em linha (sequência). Por exemplo, o solenóide aciona a válvula piloto, a qual, por sua vez, aciona a válvula principal.	

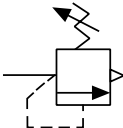
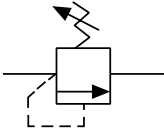
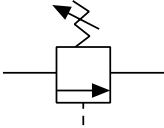
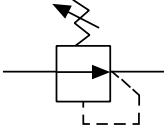
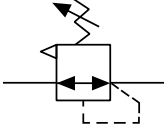

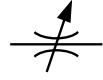
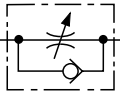

Nº	Denominação	Aplicação ou explicação sobre o símbolo	Símbolo
5 Unidades de conversão de energia			
5.1	Conversores rotativos de energia		
.1	Compressor	Compressor de ar com um sentido de escoamento, deslocamento fixo e um sentido de rotação.	
.2	Motor pneumático com dois sentidos de rotação	Motor pneumático reversível, com dois sentidos alternados de escoamento, deslocamento fixo e dois sentidos de rotação.	
.3	Motor pneumático com um sentido de rotação	Motor pneumático, com um sentido de escoamento, deslocamento fixo e um sentido de rotação.	
.4	Motor pneumático com um sentido de rotação com deslocamento variável	Motor pneumático, com um sentido de escoamento, deslocamento variável e um sentido de rotação.	
.5	Motor pneumático com dois sentidos com deslocamento variável	Motor pneumático reversível, com dois sentidos alternados de escoamento, deslocamento variável e dois sentidos de rotação.	
.6	Motor oscilante ou oscilador pneumático	Oscilador com ângulo limitado de rotação e dois sentidos de rotação	


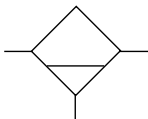
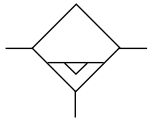
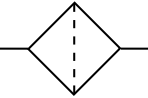
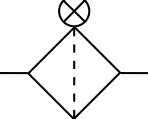
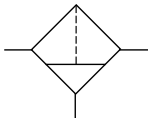
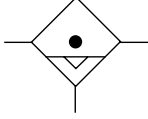
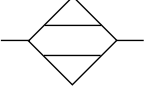
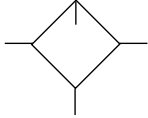
Nº	Denominação	Aplicação ou explicação sobre o símbolo	Símbolo
5.2	Conversores lineares de energia		
.1		Cilindro de ação simples e retorno por força externa.	
.2		Cilindro de ação simples e retorno por mola.	
.3		Cilindro de ação simples e avanço por mola.	
.4		Cilindro pneumático de ação dupla.	
.5		Cilindro pneumático de ação dupla com amortecimento fixo.	
.6		Cilindro pneumático de ação dupla com amortecimento ajustável nos dois lados.	
.7		Cilindro pneumático de ação dupla e haste dupla.	
.8		Cilindro pneumático sem haste de ação dupla.	
.9		Cilindro pneumático telescópico de ação simples.	
.10		Cilindro duplex contínuo ou tandem.	
.11		Cilindro duplex geminado ou múltiplas posições.	
.12		Cilindro de impacto.	

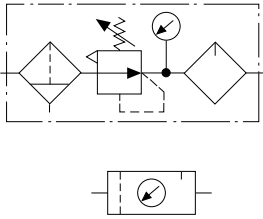
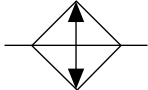
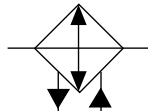
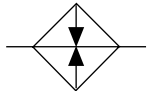
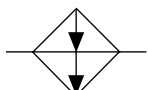





Nº	Denominação	Aplicação ou explicação sobre o símbolo	Símbolo
5.3	Conversores especiais de energia		
5.3.1	Intensificador de pressão	Equipamento que transforma a pressão X em alta pressão Y.	
.1	Para um tipo de fluido	A pressão pneumática X é transformada em alta pressão pneumática Y.	
.2	Para dois tipos de fluido (volume fixo)	A pressão pneumática X transformada em alta pressão hidráulica Y.	
5.3.2	Conversor hidropneumático (atuador ar-óleo)	Equipamento que transforma pressão pneumática em pressão hidráulica substancialmente igual ou vice-versa	
5.4	Fontes de energia		
.1		Fonte de energia hidráulica.	
.2		Fonte de energia pneumática.	
.3		Motor elétrico.	
.4		Motor de acionamento não elétrico.	

Nº	Denominação	Aplicação ou explicação sobre o símbolo	Símbolo
6 Distribuição e regulagem de energia			
6.1	Regras gerais		
.1		Símbolos para os componentes acionados são compostos de uma ou mais caixas adjacentes desenhadas uma ao lado das outras, onde cada caixa (quadrado) corresponde a uma posição. Por exemplo: dois retângulos adjacentes representam uma válvula com duas posições definidas. Nos circuitos, as conexões são normalmente representadas no quadrado que indica a posição não operada.	
.2		Quando uma condição transitória entre duas posições definidas for representada, esta será indicada por um quadrado adicional de linhas horizontais tracejadas, conforme indicado.	
.3		Para válvulas com duas ou mais posições distintas de operação, em um número infinito de posições intermediárias que provocam níveis variáveis de abertura, faz-se a indicação através de duas linhas paralelas ao longo do comprimento do símbolo, conforme mostrado.	
.4		Conexões externas normalmente estão distribuídas na caixa (símbolo) em intervalos regulares, conforme indicado. Se para cada lado do símbolo somente uma conexão externa estiver ligada (uma entrada e uma saída), ela deverá ser desenhada no meio da caixa.	
6.2	Válvulas de controle direcional		
.1	V.C.D. 2/2 NF	Válvula de controle direcional, duas vias e duas posições, normalmente fechada, acionamento manual.	
.2	V.C.D. 3/2 NF	Válvula de controle direcional, com três vias e duas posições, normalmente fechada, acionada por pressão.	
.3	V.C.D. 4/2	Válvula de controle direcional quatro vias e duas posições, operada por duplo solenóide.	
.4	V.C.D. 3/2 NA	Válvula de controle direcional de três vias e duas posições (3/2) normalmente aberta.	

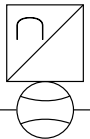
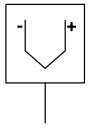
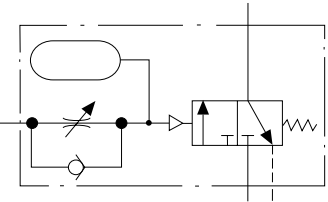
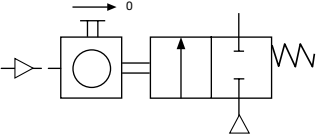
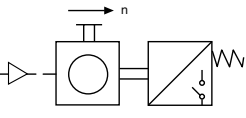
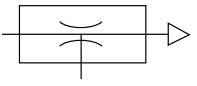
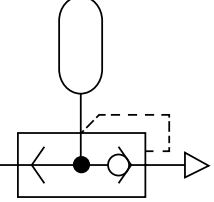
Nº	Denominação	Aplicação ou explicação sobre o símbolo	Símbolo
.5	V.C.D. 5/2	Válvula de controle direcional de cinco vias e duas posições. Válvula com 5 orifícios, pressão, 2 escapes, 2 utilizações e 2 posições distintas.	
.6	V.C.D. 3/3 CF	Válvula de controle direcional de três vias e três posições, centro fechado.	
.7	V.C.D. 4/3 CF	Válvula de controle direcional de quatro vias e três posições, centro fechado.	
.8	V.C.D. 5/3 CAN	Válvula de controle direcional de cinco vias e 3 posições, centro aberto negativo.	
.9	V.C.D. 5/3 CAP	Válvula de controle direcional de cinco vias e três posições, centro aberto positivo.	
6.3	Válvulas de bloqueio		
6.3.1	Válvulas de retenção		
.1	Válvula de retenção simples	Abre quando a pressão de entrada for superior à pressão de saída	
.2	Válvula de retenção simples com retorno por mola	Abre quando a pressão de entrada for superior à pressão de saída somando a força mola	
.3	Válvula de retenção pilotada para abrir com mola	Abre com a pressão piloto, que permite a vazão em ambas as direções	
.4	Válvula de retenção pilotada para fechar, sem mola	Fecha com uma pressão, que permite a vazão livre em ambas as direções	
6.3.2	Válvulas alternadora (elemento OU)	Comunica duas pressões emitidas separadamente a um ponto comum. Com pressões diferentes passará a de maior intensidade numa relação.	
6.3.3	Válvulas de simultaneidade (elemento E)	Permite a emissão do sinal de saída quando existirem os dois sinais de entrada.	
6.3.4	Válvulas de escape rápido	No caso de descarga da conexão de entrada, a utilização é imediatamente liberada para escape, permitindo rápida exaustão do ar utilizado.	

Nº	Denominação	Aplicação ou explicação sobre o símbolo	Símbolo
6.4	Válvulas de controle de pressão		
.1	Válvula de segurança, limitadora de pressão ou de alívio	A pressão de entrada gera uma força que se opõe a uma força decorrente de uma mola de ajuste, e conseqüentemente, o controle de pressão.	
.2	Válvula de seqüência		
.3	Válvula de seqüência controlada externamente	Quando a pressão de entrada vence a força opositora da mola, a válvula é aberta, permitindo fluxo para o orifício de saída (utilização).	
.4	Válvula redutora (reguladora) de pressão	Permite obter variações em relação a pressão de entrada, mantém a pressão secundária substancialmente constante, independente das oscilações na entrada (acima do valor regulado).	
.5	Válvula redutora (reguladora) de pressão, com escape (alívio)	Se a pressão na saída exceder a pressão regulada, a pressão é descarregada para a atmosfera.	
6.5	Válvulas de controle de vazão		
.1		Válvula redutora de vazão fixa (restrição fixa).	
.2		Válvula redutora de vazão variável (restrição variável).	
.3		Válvula redutora de vazão com retorno livre (restrição unidirecional).	
.4		Válvula de fechamento (registro).	

Nº	Denominação	Aplicação ou explanação sobre o símbolo	Símbolo
7 Armazenamento e condicionamento do fluido			
7.1	Reservatório de ar		
7.2	Separador de água		
.1	Com operação manual "dreno manual"		
.2	Com drenagem automática		
7.3	Filtros		
.1	Símbolo geral		
.2	Filtro com indicador de contaminação		
.3	Filtro com dreno manual		
.4	Filtro coalescente com dreno automático		
7.4	Secador	Equipamento que seca o ar comprimido, por refrigeração, absorção ou adsorção.	
7.5	Lubrificador	Pequena quantidade de óleo lubrificante é adicionada ao ar, quando este passa pelo lubrificador. Evita o desgaste prematuro dos componentes.	

Nº	Denominação	Aplicação ou explicação sobre o símbolo	Símbolo
7.6	Unidade de condicionamento	<p>Consiste em filtro, válvula reguladora de pressão com manômetro e lubrificador. É a última estação de preparação do ar, antes de realizar o trabalho.</p> <p>Símbolo detalhado</p> <p>Símbolo simplificado</p>	
7.7	Trocadores de calor		
.1	Resfriador	Sem indicação das linhas de escoamento do fluido refrigerante.	
.2	Resfriador	Com indicação das linhas de escoamento do fluido refrigerante.	
.3	Aquecedor	As setas do losango indicam, a introdução de calor	
.4	Controlador de temperatura	O calor pode ser tanto introduzido quanto dissipado.	
8 Equipamentos suplementares			
8.1	Instrumentos de medição e indicadores		
.1	Indicador óptico		
.2	Indicador de pressão	Manômetro/vacuômetro	
.3	Indicador de pressão	Manômetro de pressão diferencial	
.4	Indicador de nível do fluido		
.5	Termômetro		

Nº	Denominação	Aplicação ou explicação sobre o símbolo	Símbolo
.6	Indicador de vazão		
.7	Medidor de vazão (rotâmetro)		
.8	Medidor de vazão cumulativo (totalizador)		
.9	Tacômetro	Medidor de frequência da rotação.	
.10	Medidor de torque (dinamômetro)		
.11	Pressostato	Fornece um sinal elétrico a uma pressão pré-ajustada.	
.12	Chave de fim de curso		
.13	Chave de nível	Fornece um sinal elétrico a um nível predeterminado.	
.14	Fluxostato	Fornece um sinal elétrico a uma vazão predeterminada.	
.15	Termostato	Fornece um sinal elétrico a um temperatura pré-ajustada.	
.16	Transdutor de pressão pneumática	Gera um sinal elétrico analógico a partir de uma entrada de pressão.	

Nº	Denominação	Aplicação ou explanação sobre o símbolo	Símbolo
.17	Transdutor de vazão	Gera um sinal elétrico analógico a partir de uma entrada de vazão.	
.18	Termopar	Gera um sinal elétrico analógico a partir de uma entrada de temperatura.	
8.2	Outros equipamentos		<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 10px;">  </div> <div style="margin-bottom: 10px;">  </div> <div style="margin-bottom: 10px;">  </div> <div style="margin-bottom: 10px;">  </div> <div>  </div> </div>
.1	Temporizador	Retarda um sinal pneumático.	
.2	Contador de pulsos	Com sinal de saída pneumático e reiniciador manual	
.3	Contador de pulsos	Com sinal de saída elétrico e reiniciador manual	
.4	Gerador de vácuo		
.5	Expulsor pneumático		

Parker Hannifin

A Parker Hannifin

A Parker é líder global em tecnologias e sistemas de movimento e controle e tem sempre uma solução personalizada para proporcionar máxima rentabilidade aos setores agrícola, móbil, industrial e aeroespacial.

Especializada em desenvolver projetos customizados, a Parker é o único fornecedor capaz de integrar componentes pneumáticos, eletromecânicos, hidráulicos, de filtração, vedações e produtos para condução e controle de fluidos.

O alto padrão de qualidade de nossos produtos garante excelente compatibilidade às linhas de produção, resultando em maior produtividade e menores custos com manutenção.

Tudo sempre acompanhado de perto por uma equipe técnica altamente qualificada.

No Mundo

A Parker está presente em 48 países, com mais de 52.000 colaboradores diretos. Nossa rede de distribuição autorizada, a maior do segmento, conta com mais de 13.000 distribuidores, atendendo mais de 500.000 clientes em todo o mundo.

No Brasil

A Parker desenvolve uma ampla gama de produtos para o controle do movimento, fluxo e pressão. Presente nos segmentos industrial, móbil e aeroespacial, a Parker atua com as linhas de automação pneumática e eletromecânica; refrigeração industrial, comercial e automotiva; tubos, mangueiras e conexões; instrumentação; hidráulica; filtração e vedações.

Ao todo, são 1.600 funcionários diretos e mais de 300 distribuidores autorizados em todo o país, oferecendo um excelente atendimento, material de treinamento e assistência técnica sempre que necessário.

Tecnologias de Movimento e Controle



Aerospace

Líder em desenvolvimento, projeto, manufatura e serviços de sistemas de controle e componentes, atuando no setor aeronáutico, militar, aviação geral, executiva, comercial e regional, sistemas de armas terrestres, helicópteros, geração de potência, mísseis e veículos lançadores.



Climate Control

Componentes e sistemas para controle de fluidos para refrigeração que proporcionam conforto e praticidade aos mercados agrícola, de refrigeração, alimentos, bebidas e laticínios, resfriamento de precisão, medicina e biociência, processamento, supermercados e transportes.



Electromechanical

Fornecimento de sistemas e componentes eletromecânicos, de alta tecnologia, que aumentam a precisão e produtividade dos clientes nos setores da saúde, automobilístico, automação industrial, máquinas em geral, eletrônica, têxteis, fios e cabos.



Filtration

Sistemas e produtos de filtração e separação que provêm maior valor agregado, qualidade e suporte técnico aos clientes dos mercados industrial, marítimo, de transporte, alimentos e bebidas, farmacêutico, óleo e gás, petroquímica e geração de energia.



Fluid & Gas Handling

Projeta, manufatura e comercializa componentes para condução de fluidos e direcionamento do fluxo de fluidos críticos, atendendo aos mercados agrícola, industrial, naval, transportes, mineração, construção civil, florestal, siderurgia, refrigeração, combustíveis, óleo e gás.



Hydraulics

Projeta, manufatura e comercializa uma linha completa de componentes e sistemas hidráulicos para fabricantes e usuários de máquinas e equipamentos dos setores industrial, aeroespacial, agrícola, construção civil, mineração, transporte e energia.



Pneumatics

Fornecimento de sistemas e componentes pneumáticos, de alta tecnologia, que aumentam a precisão e produtividade dos clientes nos setores agrícola, industrial, construção civil, mineração, óleo e gás, transporte, energia, siderurgia, papel e celulose.



Process Control

Alto padrão de precisão e qualidade, em projetos, manufaturas e distribuição de componentes, onde é necessário o controle de processos críticos nos setores químico/refinarias, petroquímico, usinas de álcool e biodiesel, alimentos, saúde, energia, óleo e gás.



Sealing & Shielding

Vedações industriais e comerciais que melhoram o desempenho de equipamentos nos mercados aeroespacial, agrícola, militar, automotivo, químico, produtos de consumo, óleo e gás, fluid power, industrial, tecnologia da informação, saúde e telecomunicações.



ENGINEERING YOUR SUCCESS.

www.parker.com 0800 PARKER H
7 2 7 5 3 7 4

Escritórios Regionais

Belo Horizonte - MG

Rua Pernambuco 353
Conjunto 306/307
Funcionários
30130-150 Belo Horizonte, MG
Tel.: 31 3261-2566
Fax: 31 3261-4230
belohorizonte@parker.com

Campinas - SP

Rua Francisco Otaviano 60
Sala 102
Jardim Chapadão
13070-056 Campinas, SP
Tel.: 19 3235-3400
Fax: 19 3235-2969
campinas@parker.com

Jacareí - SP

Av. Lucas Nogueira Garcez 2181
Esperança
12325-900 Jacareí, SP
Tel.: 12 3954-5100
Fax: 12 3954-5262
valeparaiba@parker.com

Porto Alegre - RS

Av. Frederico Ritter 1100
Distrito Industrial
94930-000 Cachoeirinha, RS
Tel.: 51 3470-9144
Fax: 51 3470-9281
portoalegre@parker.com

Recife - PE

Rua Santa Edwirges 135
Bairro do Prado
50830-220 Recife, PE
Tel.: 81 2125-8000
Fax: 81 2125-8009
recife@parker.com

Rio de Janeiro - RJ

Av. das Américas 500 - bloco 20
Sala 233 - Downtown
Barra da Tijuca
22640-100 Rio de Janeiro, RJ
Tel.: 21 2491-6868
Fax: 21 3153-7572
riodejaneiro@parker.com

São Paulo - SP

Rodovia Anhanguera km 25,3
Perus
05276-977 São Paulo, SP
Tel.: 11 3915-8625
Fax: 11 3915-8602
saopaulo@parker.com

0800 PARKER H
7 2 7 5 3 7 4

Ap. M1001-2 BR 3000 03/10



Parker Hannifin Ind. Com. Ltda.

Divisão Automação

Av. Lucas Nogueira Garcez 2181
Esperança
12325-900 Jacareí, SP
Tel.: 12 3954-5100
Fax: 12 3954-5262
www.parker.com
training.brazil@parker.com

Distribuidor autorizado