

# Válvulas de Vazão de Líquidos e Gases

Wagner Britto Vaz de Oliveira 00/16144

Pedro Kouri Paim 00/16063

9 de Junho de 2005

## 1 Introdução

No contexto de automação industrial, válvulas de comando são elementos que, ao receberem um impulso pneumático, mecânico ou elétrico, permitem que haja fluxo de um fluido sob pressão para alimentar determinados elementos do automatismo. Também são válvulas de comando as que permitem controlar o fluxo de fluido para os diversos elementos do sistema, mediante ajuste mecânico ou elétrico, as que permitem fluxo em apenas um sentido, os elementos lógicos, as controladoras de pressão e as temporizadas.

Este trabalho se propõe a descrever o papel das válvulas de vazão de líquidos e gases em automação industrial. Por ser um tema relativamente vasto, ênfase será dada a alguns tipos específicos, considerados mais representativos da grande variedade de produtos encontrados.

Inicialmente serão apresentadas as válvulas de controle direcional, na seção 2. Serão descritos alguns aspectos construtivos, seu princípio de funcionamento, e serão apresentados alguns exemplos comerciais, com suas principais características. Em seguida, serão apresentadas as válvulas de controle de fluxo, seção 3, as válvulas

de bloqueio, seção 4, e dois exemplos de válvulas proporcionais, seções 5 e 6. Finalmente, na seção 7 serão feitas algumas considerações sobre o dimensionamento de válvulas.

## 2 Válvulas de Controle Direcional

Válvulas de controle direcional, também chamadas de *distribuidores de ar* possuem dois tipos construtivos:

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

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

### 2.1 Representação

Válvulas de controle direcional são representadas esquematicamente de acordo com uma convenção bem difundida. Nesta notação, representam-se as posições da válvula por quadrados justapostos.



Figura 1: Hand lever valve - 151842 - HS-4/3-1/8-B - Festo

Orifícios são representados por pequenos traços, colocados de fora dos retângulos. Ligações são indicadas por setas ligando os orifícios. As diferentes posições são determinadas ao deslocarmos os retângulos em relação aos orifícios, deixando-os alinhados. Uma descrição detalhada sobre a notação e sobre automatismos pneumáticos em geral é encontrada em [Fia03].

## 2.2 4/3 com Acionamento Manual

A figura 1 mostra um exemplo de válvula de controle direcional. Esta é uma válvula pneumática de quatro vias e três posições, de acionamento manual. Sua representação esquemática é mostrada na figura 2.

## 2.3 5/3 com Acionamento por Solenóide

A figura 3 mostra mais um exemplo deste tipo de válvula. Esta é uma válvula de 5 orifícios e 3 posições, centrada por molas,

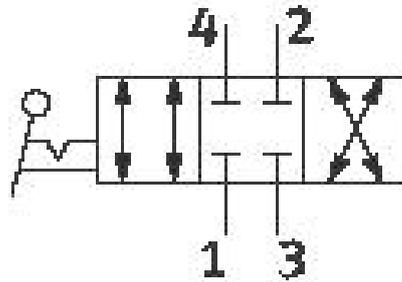


Figura 2: Hand lever valve - 151842 - HS-4/3-1/8-B - Festo

| Característica       | Valor  |
|----------------------|--|
| Pressão de Operação  | $-0.95 \text{ bar} \leftrightarrow 10 \text{ bar}$ |
| Fluxo Nominal        | $700 \text{ l/min}$                                |
| Temperatura Ambiente | $-20 \leftrightarrow 80^\circ\text{C}$             |
| Torque de Atuação    | $1 \text{ Nm}$                                     |
| Peso                 | $0.12 \text{ kg}$                                  |

Tabela 1: Válvula 4/3 Manual Festo

com acionamento por solenóide. Este tipo de válvula é indicado para o acionamento de atuadores lineares pneumáticos de duplo efeito. A figura 4 mostra seu desenho esquemático.

## 3 Válvulas de Controle de Fluxo

Válvulas de controle de fluxo regulam o fluxo de fluido que alimenta um determinado componente do circuito, em geral um atuador. O fluxo é definido como o volume de fluido por unidade de tempo que flui numa tubulação. Portanto, a regulação do fluxo em um atuador tem efeito direto sobre sua velocidade. As válvulas de controle de fluxo podem ser do tipo fixa ou variável,

| Característica       | Valor                                      |
|----------------------|--|
| Pressão de Operação  | 0 bar ↔ 10 bar                             |
| Fluido de Trabalho   | Ar comprimido filtrado,<br>não lubrificado |
| Fluxo Nominal        | 350 l/min                                  |
| Frequência Limite    | 100 Hz                                     |
| Tensão de Operação   | 17 ↔ 30 V                                  |
| Temperatura Ambiente | 0 ↔ 50°C                                   |
| Torque de Atuação    | 1 Nm                                       |
| Histerese Máxima     | 0.4  |
| Peso                 | 330 g                                      |

Tabela 2: Válvula 4/3 Manual Festo



Figura 3: Directional control valve 151692 MPYE-5-1/8-LF-010-B - Festo

unidirecional ou bidirecional.

Uma válvula pneumática de controle de fluxo unidirecional é mostrada na figura 5. Esta válvula incorpora um dispositivo de controle de fluxo e uma válvula de retenção num mesmo corpo. Se o fluxo é em um sentido, a válvula de retenção se abre e o ar flui livremente. No sentido inverso, a válvula de retenção se fecha, forçando o ar a passar por uma outra via, com uma restrição controlada por um parafuso de ajuste. A figura 6 mostra a representação esquemática desta válvula.

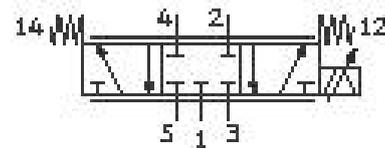


Figura 4: Directional control valve 151692 MPYE-5-1/8-LF-010-B - Festo

## 4 Válvulas de Bloqueio

### 4.1 Funções Lógicas

A válvula de *função lógica OU* (figura 7) apresenta três orifícios: duas entradas de pressão (X - Y), um ponto de saída (A) e um elemento interno. Com o envio de um sinal a uma das entradas, desloca-se o elemento seletor interno e automaticamente a outra entrada fica bloqueada e o sinal flui para utilização.

### 4.2 Válvulas de Retenção

Uma válvula de retenção é aquela que permite o fluxo de fluido em um sentido e o bloqueia no outro. O bloqueio do fluxo é

| Característica                                     | Valor                                      |
|--|--|
| Elemento de Ajuste                                 | Parafuso                                   |
| Pressão de Operação                                | 0.2 ↔ 10 <i>bar</i>                        |
| Fluxo de Ar padrão na direção do controle de fluxo | 6 → 0 <i>bar</i><br>169 <i>l/min</i>       |
| Fluxo de Ar padrão na direção bloqueada            | 6 → 0 <i>bar</i><br>135 ↔ 170 <i>l/min</i> |
| Fluxo de Ar nominal na direção de controle         | 95 <i>l/min</i>                            |
| Fluxo de Ar padrão na direção de retenção          | 76 ↔ 95 <i>l/min</i>                       |
| Fluido de Trabalho                                 | Ar comprimido<br>filtrado lubrificado      |
| Temperatura Ambiente                               | -10 ↔ 60°C                                 |
| Temperatura do fluido                              | -10 ↔ 60°C                                 |
| Torque máximo no parafuso                          | 1.5 <i>Nm</i>                              |
| Peso   | 11 <i>g</i>                                |

Tabela 3: Válvula de Controle de Fluxo Unidirecional Festo



Figura 5: One-way flow control valve GRLA-M5-B 151160 - Festo

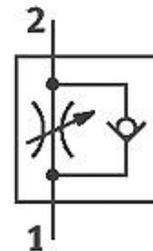


Figura 6: One-way flow control valve GRLA-M5-B 151160 - Festo

feito por um elemento móvel no interior da válvula que é pressionado contra a via de passagem, seja por força de uma mola, seja pela própria pressão do fluido. No sentido inverso, a pressão do fluido afasta o elemento de vedação, permitindo a passagem.

A figura 8 mostra um caso particular deste tipo de válvula. É uma válvula de retenção com mola e com piloto pneumático.

A função de bloqueio da válvula é acionada através da aplicação de pressão em um terceiro terminal, denominado piloto. Sua representação esquemática é dada na figura 9.

| Característica               | Valor                             |
|------------------------------|-----------------------------------|
| Fluxo Padrão 1 → 2(6 – 0)    | 300 l/min                         |
| Fluxo Padrão Nominal 1 → 2   | 200 l/min                         |
| Tempo de chaveamento (OFF)   | 44 ms                             |
| Tempo de chaveamento (ON)    | 6 ms                              |
| Fluido de Trabalho           | Ar comprimido, lubrificado ou não |
| Temperatura de Armazenamento | -10 ↔ 60°C                        |
| Temperatura do Fluido        | -10 ↔ 60°C                        |
| Temperatura Ambiente         | -10 ↔ 60°C                        |
| Peso                         | 18.4 g                            |

Tabela 4: Válvula de Retenção Pilotada



Figura 7: OR gate OS-1/8-NPT 10412 - Festo

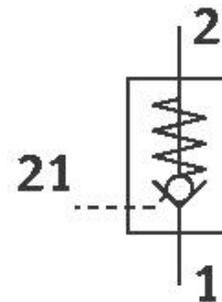


Figura 8: Non-return valve HGL-1/8-QS-4 530039 - Festo

## 5 Válvulas de Controle de Pressão

A válvula proporcional de pressão disponibiliza em sua saída uma pressão proporcional ao sinal elétrico de entrada analógica, sendo esta uma grandeza em Tensão ou Corrente. A figura 10 mostra uma válvula reguladora de pressão da série MPPE, produzida pela Festo. Nesta válvula uma malha fechada garante uma resposta rápida e um controle preciso.

Esta válvula é constituída de um regulador de pressão pilotado, cujo piloto é acionado por válvulas direcionais 1/2 que, por

sua vez, são acionadas pelas saídas de um comparador. A pressão de saída da válvula é convertida pelo sensor de pressão em um sinal elétrico que é comparado ao sinal de entrada pelo bloco comparador. Deste modo, se a pressão de saída estiver abaixo do valor estabelecido, o regulador é pilotado para aumentar a pressão; caso contrário, este é pilotado para diminuir a pressão na saída.

Este tipo de válvula é utilizado para controlar a força aplicada por um atuador.

A figura 11 mostra uma possível aplicação de válvulas proporcionais regula-

| Característica               | Valor                                  |
|------------------------------|--|
| Faixa de controle de pressão | $0 \leftrightarrow 1 \text{ bar}$      |
| Pressão de adm               | $0 \leftrightarrow 1 \text{ bar}$      |
| Histerese máxima             | $0.03 \text{ bar}$                     |
| Fluxo Padrão Nominal         | $280 \text{ l/min}$                    |
| Tempo de chaveamento (OFF)   | $165 \text{ ms}$                       |
| Tempo de chaveamento (ON)    | $6 \text{ ms}$                         |
| Tensão de operação DC        | $18 \leftrightarrow 30 \text{ V}$      |
| Fluido de Trabalho           | Ar filtrado comprimido                 |
| Temperatura de Armazenamento | $-10 \leftrightarrow 60^\circ\text{C}$ |
| Temperatura do Fluido        | $0 \leftrightarrow 60^\circ\text{C}$   |
| Temperatura Ambiente         | $0 \leftrightarrow 50^\circ\text{C}$   |
| Conexão Elétrica             | $M16x0.75 - 8\text{pinos} - DIN45326$  |
| Peso                         | $710 \text{ g}$                        |

Tabela 5: Válvula proporcional reguladora de pressão série MPPE - Festo



Figura 9: Non-return valve HGL-1/8-QS-4 530039 - Festo



Controlada por chaveamento

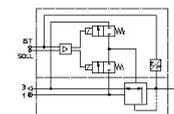


Figura 10: Válvula proporcional reguladora de pressão Série MPPE - Festo

doras de pressão em uma indústria têxtil. A válvula é utilizada para controlar a pressão exercida pelos rolos sobre o tecido, através dos atuadores pneumáticos.

Este tipo de válvula também pode ser utilizada em ensaios com componentes mecânicos, onde se devem monitorar e controlar as forças aplicadas, figura 12.

## 6 Reguladoras de Vazão

Válvulas reguladoras de vazão proporcional, como mostrada na figura 13 são utilizadas para controle preciso da velocidade dos atuadores. São válvulas de acionamento elétrico, onde se busca uma relação linear entre a tensão ou corrente de entrada e a vazão do fluido.

Processos de bobinamento lento:  
 - Indústria de plásticos.  
 - Indústria de papel.  
 - Indústria têxtil.

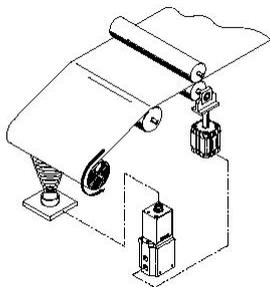


Figura 11: Válvula reguladora de pressão na indústria têxtil



Função comutadora

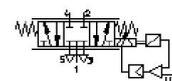


Figura 13: Válvula Reguladora de Vazão

Controle das forças que são utilizadas em testes de equipamentos dos seguintes setores:  
 - Indústria automotiva.  
 - Indústria de móveis.  
 - Equipamento de teste de vedação.  
 - Equipamentos médicos.

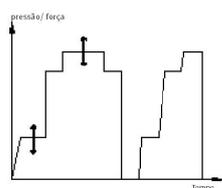


Figura 12: Ensaio com componentes mecânicos utilizando válvulas reguladoras de pressão

Válvulas reguladoras de vazão proporcional podem ser utilizadas para reduzir o tempo de ciclo de máquinas em um processo de montagem, otimizando a velocidade do cilindro atuador. Podem ser utilizadas também para o controle flexível da velocidade e aceleração de atuadores para manipular materiais delicados.

A figura 14 mostra uma máquina de montagem automática onde é feito controle em malha fechada dos cilindros pneumáticos utilizando válvulas de controle de vazão.

## 7 Dimensionamento de Válvulas

Na automação, o dimensionamento das válvulas é de importância fundamental, pois superdimensionamento ou subdimensionamento resultam em gastos desnecessários ou controles deficientes. Os parâmetros que interessam ao cálculo do dimensionamento das válvulas são: os máximos e mínimos valores de vazão do fluido que deve ser controlado; a máxima e a mínima pressão diferencial da válvula; o peso específico; a temperatura e a viscosidade do fluido.

O método de cálculo baseado no coeficiente de fluxo  $C_v$  já deu prova de ser muito prático, porque reduz todas as variáveis do processo a um denominador comum. As condições reais ou variáveis (Pressão diferencial, peso específico, temperatura etc.) do fluido que passa através da válvula são assim convertidas em um coeficiente de fluxo  $C_v$ . Este coeficiente representa o volume de água em  $m^3/h$ , com tempera-

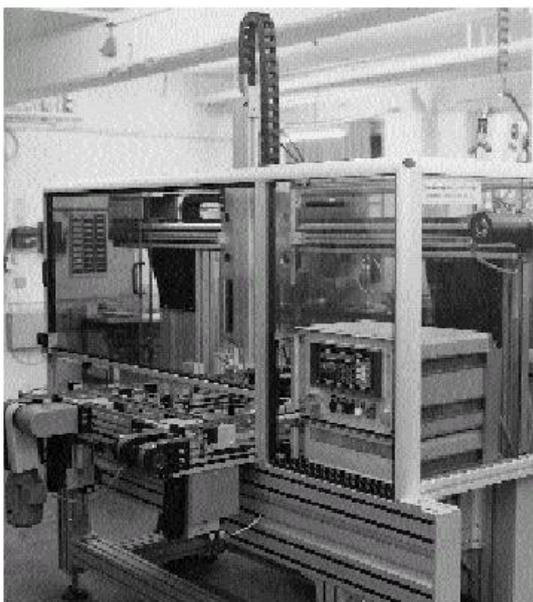


Figura 14: Máquina de montagem automática com servoposicionamento pneumático

tura entre 5° e 30°C, que passa através da válvula com uma perda de carga de 1 bar. Depois que as condições existentes forem convertidas a este coeficiente, o diâmetro da válvula é encontrado consultando-se as séries de válvulas do catálogo do fabricante.

Alguns fabricantes de elementos para automação industrial que também disponibilizam válvulas de vazão entre seus produtos são a *Parker*<sup>1</sup>, a *Festo*<sup>2</sup> e a *Asco*<sup>3</sup>. Cada uma delas disponibiliza um banco de dados completo a respeito de seus produtos, incluindo fichas técnicas e exemplos de aplicação. Em geral, estes fabricantes utilizam um sistema de códigos para a especificação das válvulas de acordo com as dimensões, condições de operação, fluido de

trabalho e itens opcionais.

Um exemplo é mostrado na figura 15, extraída de um catálogo da *Parker*. Este é o código produzido por um usuário que requer uma válvula solenóide de duas vias, conexão 1/8" NPT, normalmente fechada, com orifício de 3.2mm, corpo em latão, tensão 240V/60Hz, para ser usada com água.

## 8 Conclusão

Este trabalho buscou fornecer ao leitor uma primeira noção a respeito de válvulas de vazão de líquidos e gases e seu papel no contexto de automação industrial. Dada a grande variedade de tipos e aplicações, deu-se ênfase a alguns tipos considerados mais representativos. Foram descritos alguns aspectos construtivos, seus princípios de funcionamento e foram dados alguns exemplos de válvulas encontradas no mercado.

## Referências

- [Fia03] Arivelto Bustamante Fialho. *Automação Pneumática*. Editora Érica, 2003.

<sup>1</sup>[www.parker.com.br](http://www.parker.com.br)

<sup>2</sup>[www.festo.com](http://www.festo.com)

<sup>3</sup>[www.ascovalve.com](http://www.ascovalve.com)

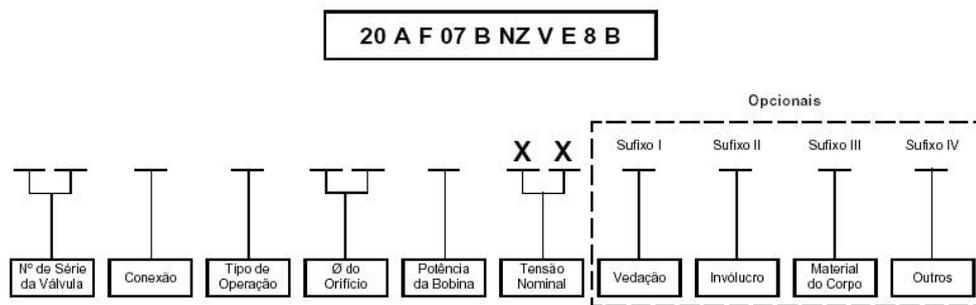


Figura 15: Sistema de código para seleção de válvulas - Parker-Hannifin