

# Válvulas de Controle

## Introdução

Uma válvula de controle é constituída de dois conjuntos principais: corpo e atuador.

**CORPO** : é a parte da válvula que executa a ação de controle permitindo maior ou menor passagem do fluido no seu interior, conforme a necessidade do processo. O conjunto do corpo divide-se basicamente nos seguintes sub-conjuntos:

- a) Corpo;
- b) Internos;
- c) Castelo;

Como o conjunto do corpo é a parte da válvula que entra em contato direto com o fluído, deve satisfazer os requisitos de pressão, temperatura e corrosão do mesmo.

As válvulas classificam-se em função dos respectivos tipos de corpos, assim podemos agrupar os principais tipos de válvulas em dois grupos:

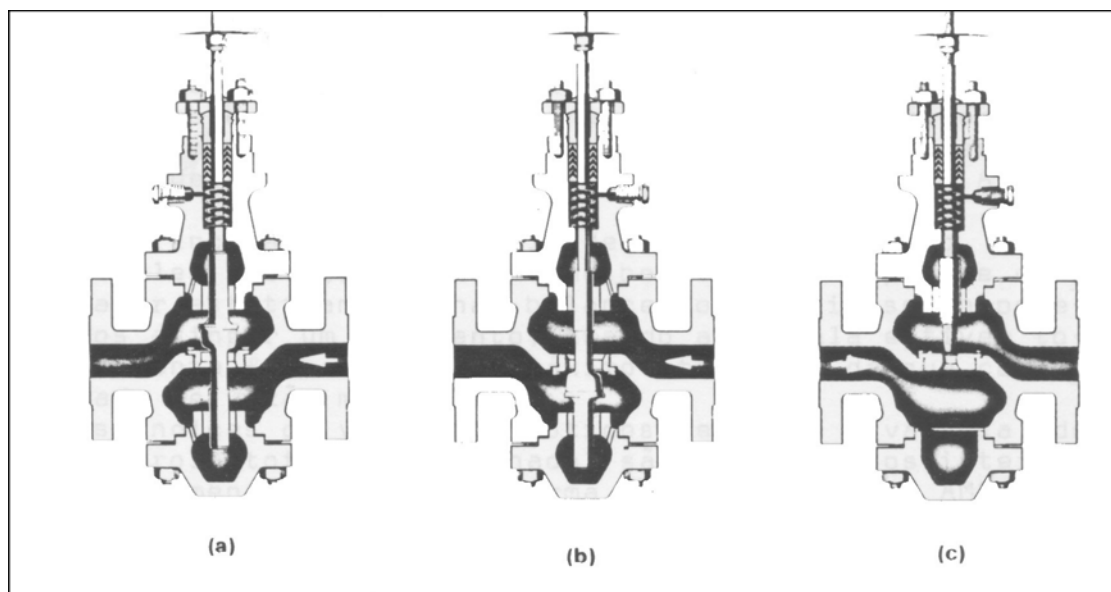
- a) De deslocamento linear
  - 1) Globo Convencional
  - 2) Globo Angular;
  - 3) Diafragma;
  - 4) Bi - partida;
  - 5) Guilhotina.
- b) De deslocamento rotativo
  - 1) Borboleta;
  - 2) Esfera;
  - 3) Obturador Excêntrico.

## Válvulas de deslocamento linear da haste.

Define-se por válvula de deslocamento linear, a válvula, na qual a peça móvel vedante descreve, um movimento retilíneo, acionado por uma haste deslizante; enquanto que uma válvula de deslocamento rotativo é aquela na qual a peça móvel vedante descreve um movimento de rotação acionada por um eixo girante.

## Válvula de controle tipo Globo Convencional

Neste tipo de válvula, o fluido no interior do corpo, passa através de um único orifício, a figura abaixo mostra varias montagens da denominada válvula globo tipo sede simples. É fabricada em diâmetros de ½" ate 10" e com conexões das extremidades rosqueadas (ate 2"), flangeadas ou soldadas, nas classes de 150, 300, 600, 900 e 1500 lbs.



*Válvula globo Convencional tipo sede Simples.*

Na figura (a), notamos que o obturador é guiado duplamente, isto é, por cima e por baixo e ainda um fato muito importante é que para a válvula fechar, o obturador deve movimentar-se para baixo, ou seja, deve descer.

Tal tipo de montagem é chamada de “desce para fechar” ou “**normalmente aberta**”.

Por outro lado, na figura (b), vemos a mesma válvula, só que o obturador esta invertido. Neste caso para a válvula abrir, o obturador tem que descer. Podemos notar que a única diferença entre essas duas válvulas é a posição de aberta e fechada em relação ao mesmo movimento do obturador, enquanto que a primeira o obturador ao descer fecha a válvula, a segunda abre-a em resposta ao mesmo movimento do obturador. Esta é, portanto, uma válvula “desce para abrir” ou mais conhecida “**normalmente fechada**”. Uma é inversa da outra quando ao seu funcionamento.

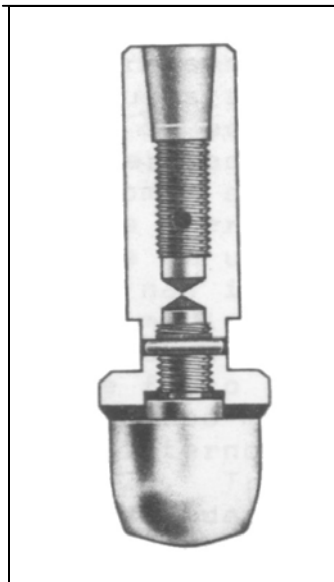
Na figura (c), vemos uma outra sede simples um pouco diferente das anteriores, o obturador é guiado apenas superiormente e ao descer a válvula só pode fechar, não existindo a possibilidade de montagem do obturador em posição invertida ou por baixo.

Essa válvula em relação ao movimento do obturador de cima para baixo, só pode fechar.

O fato de uma válvula ser “Normalmente Aberta” ou “fechada” é um fator muito importante a ser levado em consideração na escolha da válvula. Isso significa que na posição de descanso, ou seja, sem força de atuação, a válvula pode ficar completamente aberta ou completamente fechada. Uma válvula “Normalmente aberta” ficaria totalmente aberta em caso de falta de suprimento de energia para a operação do atuador, não podendo ser escolhido para aplicações como, por exemplo, alimentação de uma coluna de destilação fracionaria. Nesse caso a escolha certa seria uma válvula “Normalmente Fechada”, que ficaria totalmente fechada em caso de alguma falha no sistema de suprimento de energia.

Contudo podemos atingir um índice de menor vazamento (sem aumenta a força de assentamento do atuador), utilizando a força de assentamento composto, ou seja, metal-borracha, metal-teflon, etc.

Este tipo de construção, muitas vezes ainda designado pelo seu nome em inglês “soft-seat” é mostrado na figura abaixo.



*Detalhe da construção de um obturador sede simples com assento tipo composto (“soft seat”)*

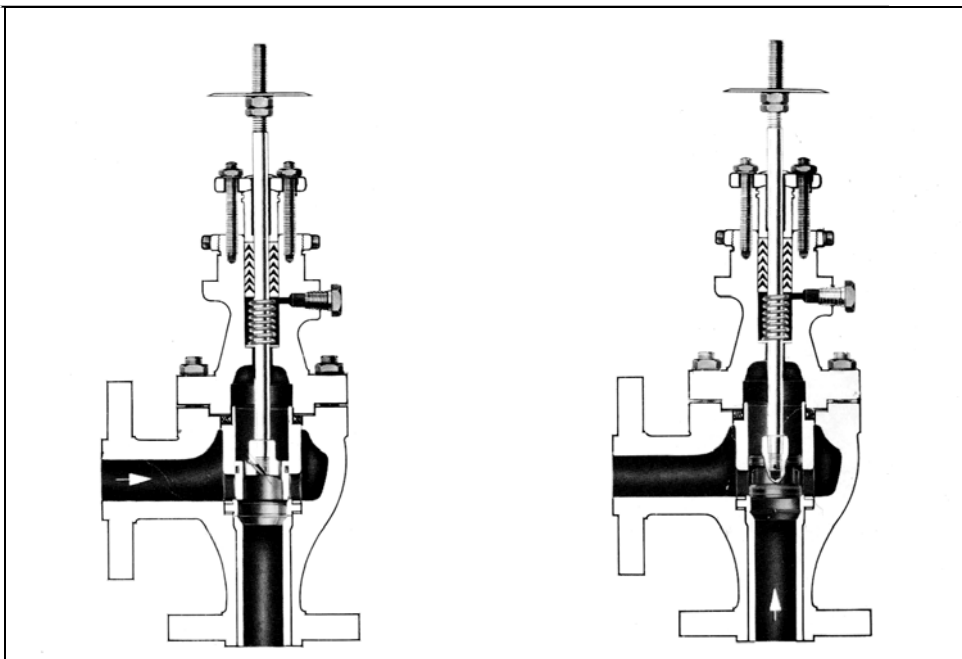
Um outro fato de muita importância nas válvulas globo sede simples, é a direção do fluxo em relação à posição do conjunto obturador e anel sede.

O fluido deve sempre entrar na válvula tendendo a abri-la. Uma flecha estampada no corpo indica o sentido de montagem da válvula na tubulação. Obtemos com isso um aumento da vida útil das gaxetas e proporcionamento de uma operação mais suave,

existem situações nas quais é imperativo a instalação da válvula sede simples com fluxo tendendo a fechar a válvula. Um exemplo disto é o caso de alta pressão diferencial.

### **Válvula Tipo Angular Sede Simples**

Este tipo de válvula apresenta uma configuração especial, como vemos na figura (a), para determinadas aplicações nas quais haja necessidade de uma autodrenagem constante do fluido ou em aplicações com fluidos lamacentos.

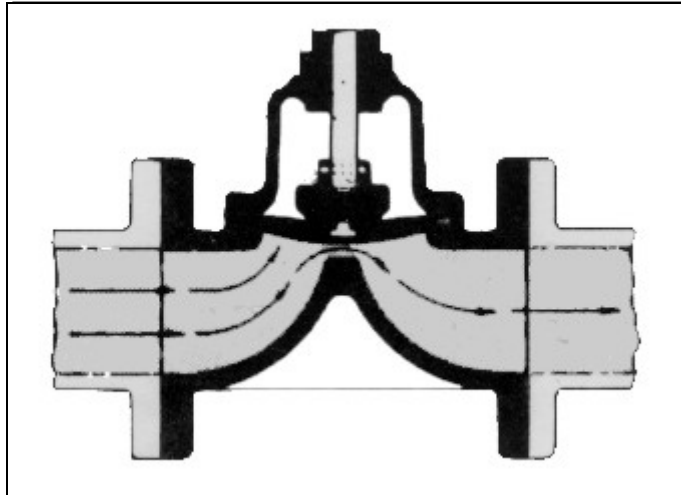


*Válvula globo angular tipo gaiola*

### **Válvula de Controle Tipo Diafragma**

Este tipo de válvula, cuja configuração é totalmente diferente das outras válvulas de controle, é utilizada no controle de fluidos corrosivos, líquidos altamente viscosos e líquidos com sólidos em suspensão.

Uma válvula de controle tipo diafragma conforme vemos na figura abaixo consiste de um corpo em cuja parte central apresenta um encosto sobre o qual um diafragma móvel, preso entre o corpo e o castelo, se desloca para provocar o fechamento da válvula.



*Válvula Tipo Diafragma*

A válvula de controle tipo diafragma ou Saunders, assim denominada por se tratar de uma patente mundial da Saunders (Inglaterra).

Vantagens :

- baixo custo;
- total estanqueidade quando fechada já que o assento é composto;
- facilidade de manutenção.

Desvantagens :

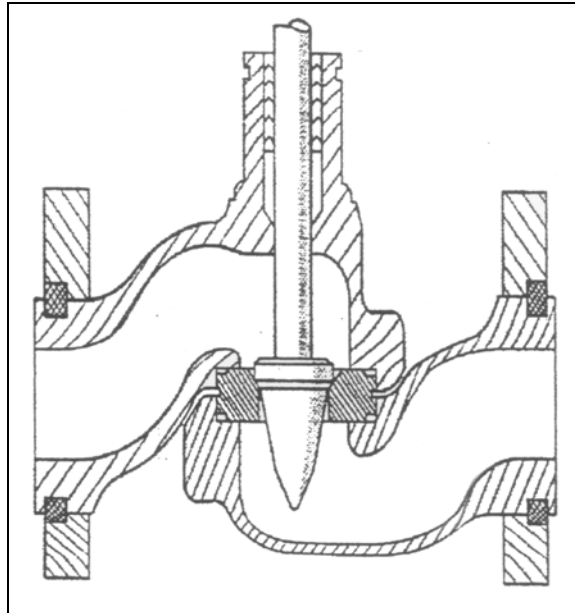
- não apresenta um bom controle de vazão;
- uma alta e não uniforme força de atuação;
- limitada em diâmetros de até 6" para efeito de aplicações em controle modulado;
- utilização limitada pela temperatura do fluido em função do material do diafragma, ( neoprene ou teflon).

Uma particularidade muito importante e notável é que , devido à forma interna do seu corpo, é possível o revestimento interno das paredes do corpo com materiais tais como, vidro, ebonite, plástico, chumbo ou teflon, o que possibilita o uso deste tipo de válvula mesmo em corpo de ferro fundido, porém, revestido em aplicações corrosivas.

### **Válvula de Controle Bi-Partida**

Trata-se de uma válvula desenvolvida para aplicações altamente corrosivas, principalmente em plantas de processos químicos, aplicações nas quais torna-se necessária uma freqüente inspeção ou substituição dos internos da válvula.

A válvula de controle de corpo bi-partido conforme vemos pela figura abaixo, foi desenhada para tais aplicações possibilitando uma fácil manutenção devido à facilidade de acesso aos internos. Neste tipo de válvula, o anel de sede é preso (ao contrário da globo convencional onde é rosqueado) entre as duas metades do corpo, podendo ser facilmente removida.



*Válvula Tipo Bi-Partida*

Devido a ser uma válvula utilizada em fluidos altamente corrosivos, o material de corpo é bastante especial e portanto, padronizando-se a utilização de flanges tipo encaixe, soldados ao corpo. Estes flanges podem ser em aço carbono comum mesmo que o corpo seja de material superior.

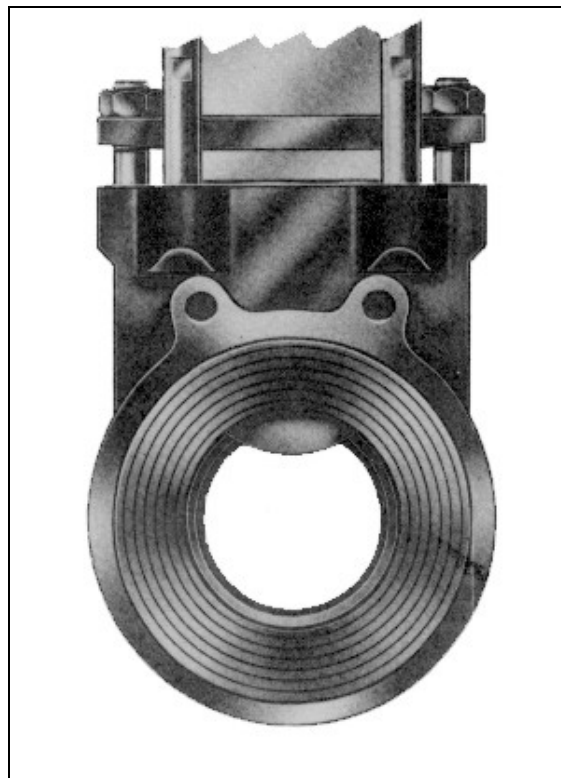
O guia do obturador é apenas superior ou superior e no anel sede.

Uma desvantagem deste tipo de válvula é a não possibilidade de uma fixação na linha por meio de solda (pois neste caso as metades do corpo não poderiam ser separadas para a remoção do anel sede), já que em tais aplicações tão corrosivas nas plantas química, é bastante comum a normalização deste tipo de fixação.

### **Válvula de Controle Tipo Guilhotina**

Trata-se uma válvula originalmente projetada para a indústria de papel e celulose, porém, hoje em dia a sua aplicação tem atingido algumas outras aplicações em indústrias químicas, petroquímicas, açucareiras, abastecimento de água, etc.

Contudo, a sua principal aplicação continua sendo em controle biestável com fluidos pastosos, tais como massa de papel. É fabricada em diâmetros de 2 até 24" com conexões sem flanges para ser instalada entre par de flanges da tubulação, Classe 150 lbs. Possui uma concepção simples, sem castelo conforme vemos pela figura abaixo.



*Válvula Tipo Guilhotina*

### **Internos das Válvulas**

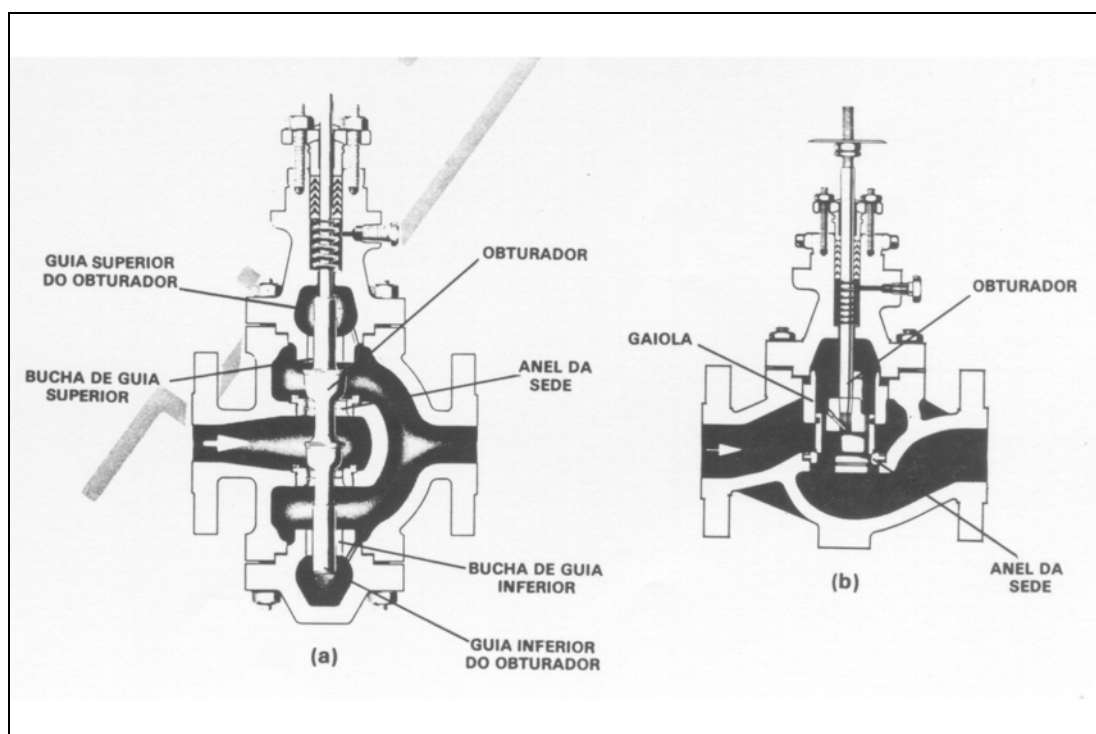
Normalmente costuma-se definir ou representar os *internos* da válvula de controle como o coração da mesma.

Se considerarmos a função à qual se destina a válvula, realmente as partes denominadas de *internos* representam o papel principal da válvula de controle, ou seja, produzir uma restrição variável à passagem do fluido conforme a necessidade imposta pela ação corretiva do controlador produzindo assim, uma relação entre a vazão que passa e a abertura da válvula (afastamento do obturador em relação à sede).

Esta tal relação é denominada de *característica de vazão* da válvula, e podemos por enquanto defini-la como uma relação entre a vazão que passa pela válvula e o

afastamento do obturador relativo ao anel sede. Este afastamento é uma fração de deslocamento linear do obturador entre as posições de abertura e fechamento total da válvula, deslocamento este, denominado de curso da válvula ou curso do obturador. Não fosse o bastante isso, as partes internas têm que ainda proporcionar a necessária estanqueidade da válvula quando totalmente fechada.

O conjunto dos internos da válvula consiste das partes internas removíveis e que entram em contato com o fluido de processo. Tal conjunto é formado por: obturador, anel da sede, guia do obturador, bucha de guia e gaiola (no caso das válvulas tipo gaiola), conforme vemos pela figura abaixo.

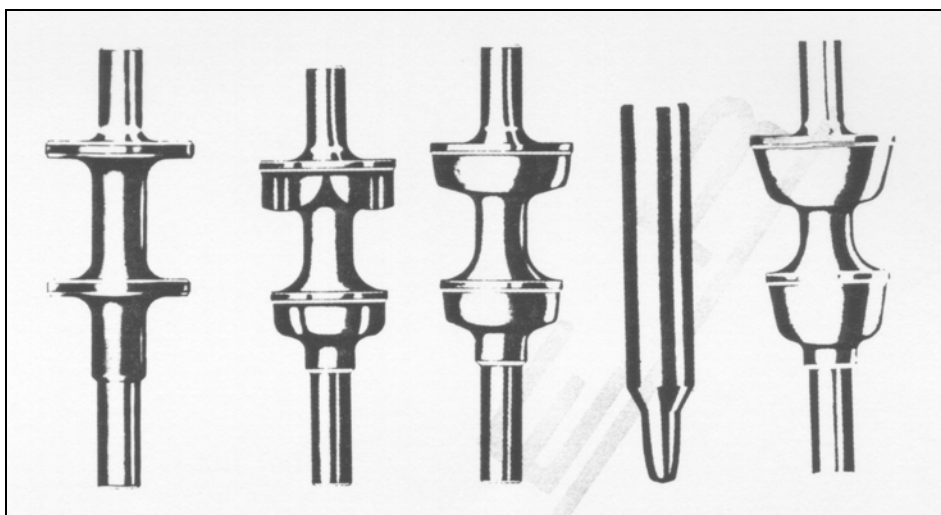


*Internos da Válvula Globo: (a) convencional; (b) gaiola*

### **Internos da Válvula Globo Convencional**

O obturador é o elemento vedante do conjunto dos internos da válvula (ver figura abaixo) com formato de disco, ou de contorno caracterizado, que se move linearmente no interior do corpo, obturando o orifício de passagem, de modo a formar uma restrição variável ao fluxo.





*Obturadores da Válvula Globo Convencional*

O obturador pode produzir uma predeterminante característica de vazão deve possuir um formato de contorno caracterizado.

ABERTURA RÁPIDA	LINEAR	IGUAL PORCENTAGEM DE CONTORNO	IGUAL PORCENTAGEM EM "V"
 30% ABERTO $C_v 62$	 $C_v 30$	 $C_v 8$	 $C_v 6$
 70% ABERTO $C_v 90$	 $C_v 70$	 $C_v 33$	 $C_v 30$
 100% ABERTO $C_v 100$	 $C_v 100$	 $C_v 100$	 $C_v 100$

*Relação entre formatos do obturador característica de vazão e cursos iguais.*

### Válvulas de Deslocamento Rotativo da Haste

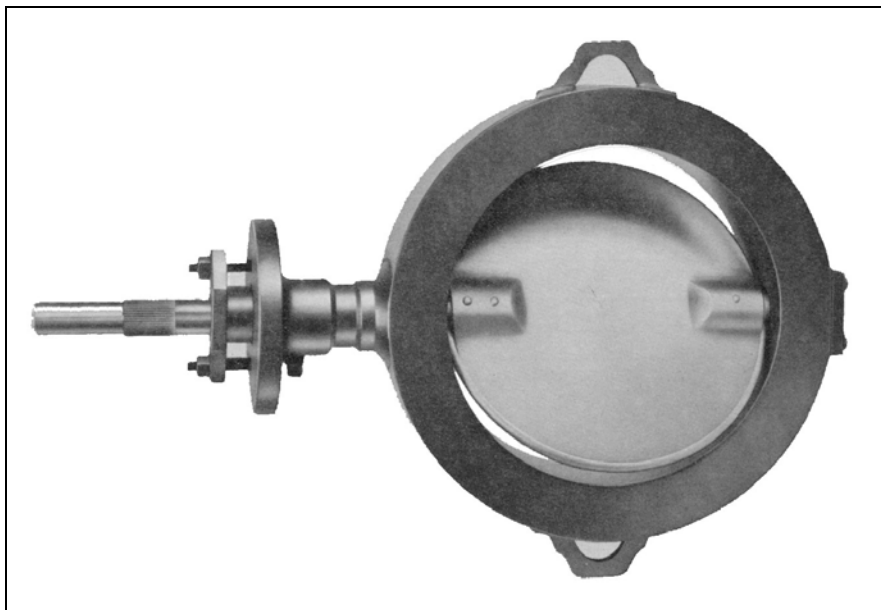
Nos últimos anos tem-se notado u substancial aumento no uso das válvulas denominadas de rotativas. Basicamente, estes tipos de válvulas apresentam

vantagens e desvantagens. Nas vantagens podemos considerar baixo peso em relação aos outros tipos de válvulas, desenho simples, capacidade relativa maior de fluxo, custo inicial mais baixo, etc. dentre as vantagens citamos a limitação em diâmetro inferiores a 1" ou 2" e quedas de pressão limitadas principalmente em grandes diâmetros.

### **Válvulas de Controle Tipo Borboleta**

É talvez a mais comum das válvulas rotativas utilizadas para controle. A válvula borboleta, conforme vemos pela figura abaixo consiste de um corpo tipo anel circular, no interior do qual oscila entre dois mancais um disco que faz a função do obturador. A sede nesta válvula é a própria parede interna do corpo.

Sua construção é possível em diâmetros de 2" até 24", em diâmetros superiores, 30" até 60" o corpo possui flange conforme a norma AWWA. Admite o fluido em qualquer direção.



*Válvula Tipo Borboleta*

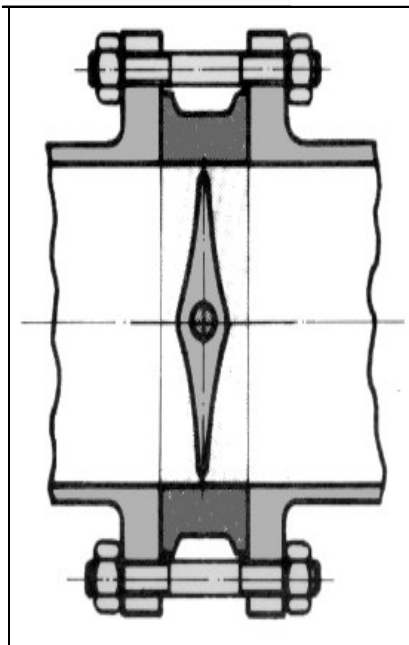
Podemos classificar as válvulas borboleta em 2 categorias em função de sua capacidade de suportar quedas de pressão específicas:

- a) linha leve (série 400): - para quedas de pressão inferiores a 150 psi.
- b) linha pesada (série 500): - para quedas de pressão superiores a 150 psi.

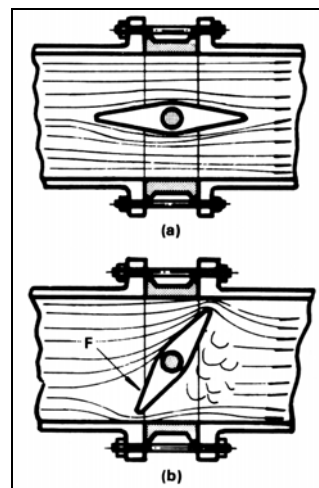
O desenho de corpo mais comum é o tipo “*wafer*”, sendo preso à tubulação entre par de flanges conforme mostra a figura abaixo. Convenciona-se especificar a válvula borboleta “*wafer*” para uma determinada queda máxima de pressão quando totalmente fechada e a 60° de abertura, posição esta definida como curso máximo para aplicações em controle modulado.

Quando adequadamente selecionada, a válvula borboleta geralmente em diâmetros de 4” e superior, oferece a vantagem de simplicidade, baixo custo pouco peso, menor espaço de instalação e razoável característica de vazão.

Para temperaturas e pressões moderadas, a válvula borboleta com corpo internamente revestido oferece ainda uma vedação estanque.



*Montagem da Válvula Borboleta  
Tipo “Wafer”*



*Resistência ao fluxo, na válvula  
borboleta:*

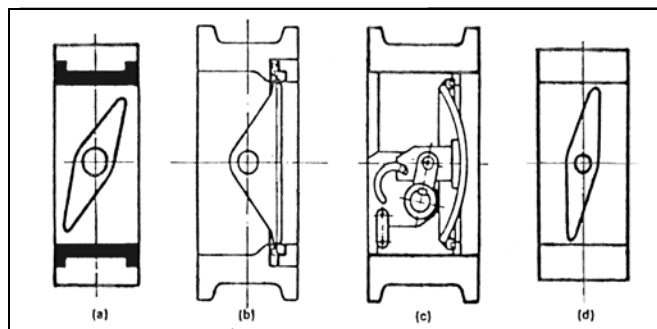
*(a) quando totalmente aberta;*

*(b) quando parcialmente aberta.*

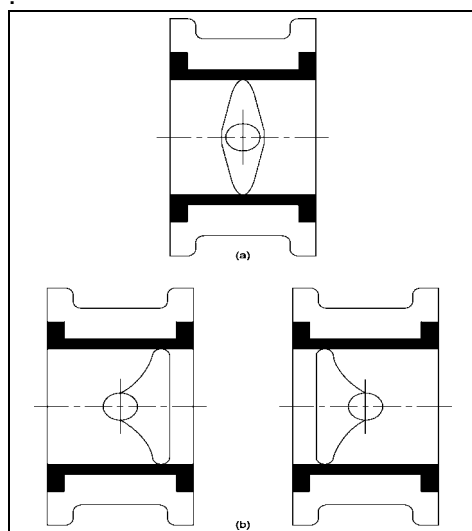
Possuindo um corpo cujo formato lhe possibilita a utilização de revestimento interno com elastômeros, a válvula borboleta encontra uma ampla faixa de aplicações, mesmo em fluidos corrosivos, tornando-se para tais aplicações uma solução bastante econômica.

Em função do tipo de assentamento podemos classificar as válvulas borboleta da seguinte forma:

- a) Válvula borboleta com corpo revestido internamente. Assento tipo composto, ou seja metal elastômero, conforme mostra a figura abaixo (a);
- b) Válvula borboleta com corpo sem revestimento. Assento tipo composto, conforme mostram as figuras abaixo (b) e (c).
- c) Válvula borboleta com corpo sem revestimento e assento tipo metal-metal, conforme mostra figura abaixo (d).

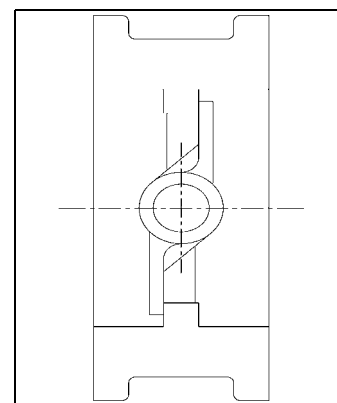


*Tipos de Assentamento das Válvulas Borboleta*



*Tipos de disco na série 400:*

*(a) convencional; (b) duplo efeito*



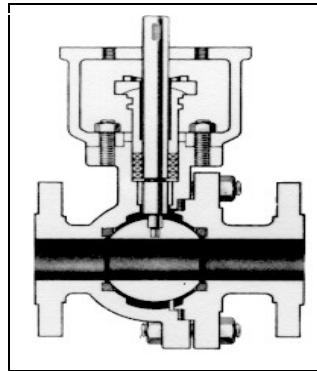
*Válvula borboleta com assento de encosto*

### **Válvula de Controle Tipo Esfera**

A válvula esfera é constituída por um corpo em cujo interior aloja uma esfera oca, no diâmetro interno da tubulação, que atua como obturador, permitindo uma passagem bastante livre.

Devido ao seu sistema de assentamento, proporcione uma vedação estanque, constituído-se numa das poucas válvulas de controle que além de possuir ótimas condições de desempenho da sua principal função, permite, ainda, uma total estanqueidade quando totalmente fechada.

Na figura abaixo vemos um corpo típico de uma válvula esfera.

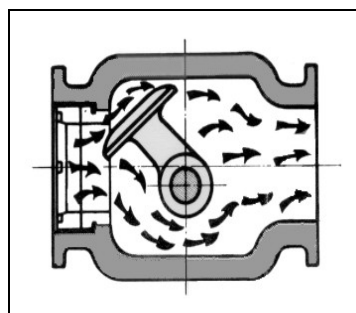


*Válvula Tipo Esfera*

### **Válvula de Controle Tipo Obturador Rotativo Excêntrico**

Um tipo de válvula introduzido no mercado internacional muito recentemente é a de obturador excêntrico. Este tipo de válvula é mostrado na figura abaixo.

Idealizada originalmente para, basicamente, qualquer aplicação de processo, tem mostrado realmente vantagens em apenas alguns processos industriais, tais como papel e celulose e de forma genérica trata-se de uma válvula recomendada para aplicações de utilidades ou auxiliar.



*Válvula Tipo Obturador Rotativo Excêntrico*

# Castelo e partes de Válvulas de Controle

## Introdução

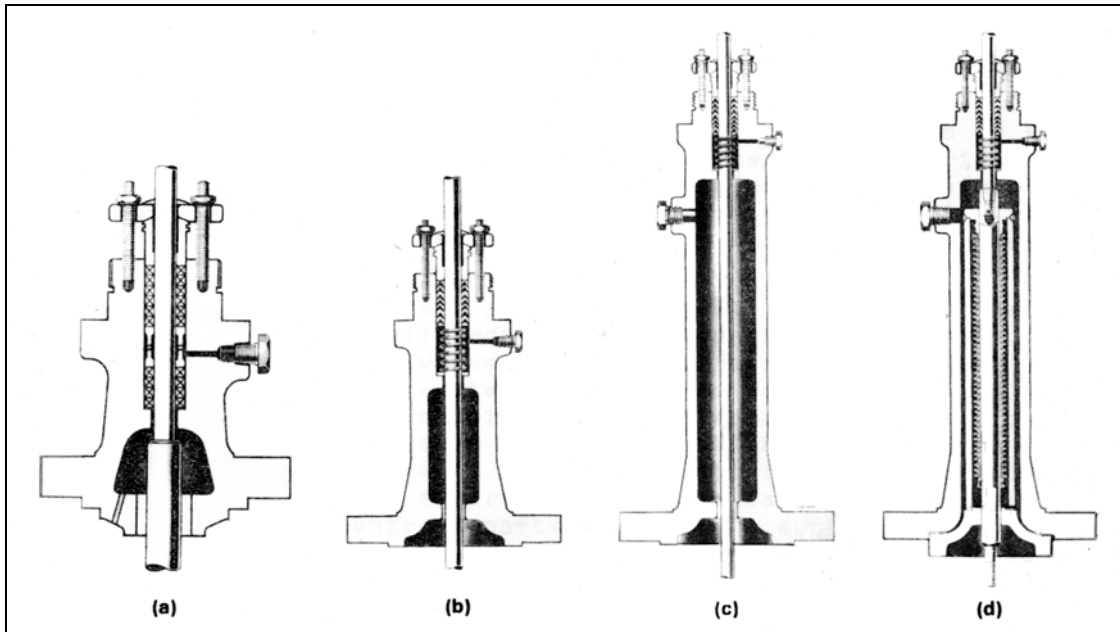
O castelo, geralmente uma parte separada do corpo da válvula que pode ser removida para dar acesso às partes internas das válvulas, é definido como sendo “um conjunto que inclui, a parte através da qual uma haste do obturador de válvula move-se, e um meio para produzir selagem contra vazamento através da haste”. Ele proporciona também um meio para montagem do atuador.

O castelo é, portanto um sub-conjunto do corpo na maioria das válvulas de controle, embora existam tipos de válvulas como as rotativas (borboleta, esfera e excêntrica), e a bi-partida nas quais o castelo é parte integral ao corpo, não se constituindo ,portanto, de parte independente.

Assim sendo, os exemplos de castelos que aqui serão dados servem apenas para aquelas válvulas nas quais o castelo é uma peça separada.

As válvulas mais utilizadas no controle de processo são: globo sede simples, nas do tipo diafragma, borboleta e excêntrica, apenas no caso da válvula ser utilizada em fluídos altamente corrosivos ou perigosos (tóxicos ou inflamáveis), é que se recomenda a utilização de caixa de gaxetas, para a proteção adicional .

Normalmente o castelo é preso ao corpo por meio de conexões flangeadas e para casos de válvulas globo de pequeno porte, convencionou-se a utilização de castelo roscado devido ao fator econômico, em aplicações de utilidades gerais como ar, água, etc, como é caso das denominadas válvulas de controle globo miniaturizadas.



*Tipos de Castelos usados nas válvulas Globo.*

### Tipos de Castelos

Os castelos classificam-se em:

- a) Castelo Normal (CE-1). Figura anterior (a);  
é o castelo padrão utilizado para as aplicações comuns nas quais a temperatura do fluido esta entre  $-18$  a  $232^{\circ}\text{C}$  ( $0$  a  $450^{\circ}\text{F}$ ). Esta limitação é imposta pelo material da gaxeta já que a sua localização esta bem próxima do flange superior do corpo e portanto bem próxima ao fluido.
- b) Castelo Longo (CE-1). Figura anterior (b);  
é semelhante ao anterior, a menos da sua altura que faz com que a caixa de gaxeta fique um pouco mais afastada do fluido. Recomenda-se a utilização deste tipo de castelo para aplicação com fluido em temperaturas de  $-45$  a  $-18^{\circ}\text{C}$  ( $-50$  a  $0^{\circ}\text{F}$ ), e  $232^{\circ}$  a  $430^{\circ}\text{C}$  ( $450$  a  $800^{\circ}\text{F}$ ).
- c) Castelo Extra-Longo (CE-1). Figura anterior (c);  
é fabricado de tubo ou fundido do possuindo uma maior altura que o anterior. É especificado para aplicações em baixíssimas temperaturas ou criogênicas como  $-100$  a  $-45^{\circ}\text{C}$  ( $-150^{\circ}$  a  $-50^{\circ}\text{F}$ ) para evitar que o teflon das gaxetas congele.

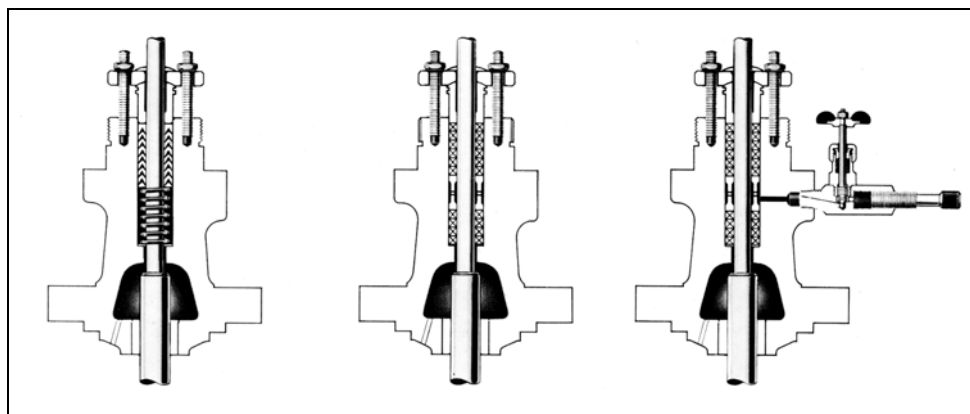
d) Castelo com Fole de selagem (CE-4). Figura anterior (d).

este tipo de castelo é especificado em casos especiais nos quais seja proibido um vazamento para o meio ambiente através da gaxeta. Englobam-se neste tipo de aplicações especiais, caso tais como, fluídos radioativos, tóxicos ou explosivos. Ele possui no interior um fole metálico de aço inoxidável e soldado de modo a formar uma câmara de pressurização interna, entre a parte do fole e a superfície de haste. Este tipo de castelo tem uma limitação de operação de  $28\text{kg/cm}^2$  (400 psi) a  $232^\circ\text{C}$  ( $450^\circ\text{F}$ ), embora podemos utiliza-lo para temperaturas superiores desde que, as pressões sejam inferiores e vice-versa.

### Conjunto de Caixa de Gaxetas

O propósito do conjunto da caixa de gaxeta é o de proporcionar uma selagem contra vazamentos dos fluídos do processo.

O conjunto geral da caixa de gaxetas é formado conforme podemos acompanhar através da figura abaixo pelos seguintes componentes: flange do preme gaxetas, preme gaxeta, anéis da gaxeta, retentor de graxa, subconjunto de lubrificação, e meia de compressão (caso a, gaxeta seja de anéis em “V” de teflon). No caso de gaxeta em anéis quadrados, como os à base de amianto, a mola não é necessária, sendo a compressão feita pelo aperto do prensa gaxeta.



*Tipos de caixas de gaxetas utilizadas nas válvulas de deslocamento linear da haste.*

O sistema de lubrificação externa (utilizando caso o material da gaxeta necessite de lubrificação) tipo EH-1, especifica-se para válvulas de diâmetro até 4", enquanto que o EH-2 (figura acima (c)) para diâmetros superiores. A válvula de bloqueio produz uma selagem entre a caixa de gaxetas e o lubrificador evitando assim que o fluído do processo impossibilite a introdução da graxa lubrificante.



## **Gaxetas**

As principais características do material utilizado para a gaxeta, devem ser elasticidade, para facilitar a deformação; produzir o mínimo atrito e deve ser material adequado para resistir as condições de pressão, temperatura e corrosão do fluido de processo.

Os principais materiais de gaxeta são: teflon, amianto impregnado e grafite

- a) Teflon (TFE) : é o material mais amplamente utilizado devido as suas notáveis características de mínimo coeficiente de atrito, e de ser praticamente inerte quimicamente a qualquer fluido. Devido as suas características, a gaxeta de teflon não requer lubrificação externa e a sua principal limitação é a temperatura, conforme vemos pela tabela abaixo.

A gaxeta de teflon é formada de anéis em “V” de teflon sólido, e requer uma constante compressão para o seu posicionamento firme e compacto, provida por meio de uma mola de compressão.

- b) Amianto Impregnado: é ainda um material de gaxeta bastante popular devido às características do amianto adicionadas as de alguns aditivos e a facilidade de manutenção e operação. Não sendo autolubrificante, o amianto utiliza-se impregnado com aditivos tais como teflon, mica, inconel, grafite, etc. os limites de uso em função da temperatura e fluidos para este tipo de gaxeta são dados na tabela abaixo.

Este tipo de gaxeta é do tipo quadrada e comprimida por meio do preme gaxeta. Requer lubrificação externa , com exceção ao amianto impregnado com teflon.

- c) Grafite : É um material praticamente inerte quimicamente e suporta, altas temperaturas (ao ponto de volatilização é de 3550°C), é empregado em condições críticas de processo, apresenta-se na mesma forma do amianto, do tipo quadrada e comprimida por meio do preme gaxeta, não requer lubrificação externa, sua principal desvantagem é o preço, mas o custo x benefício da mesma justifica largamente sua.

- d) Fita de Grafite : Trata-se de material a base de grafite e comercializado em fitas flexíveis de vários tamanhos.. Seu único inconveniente reside no fato de que produz um certo travamento da haste, já que por ser fita, ela deve ser enrolada ao redor da haste e socada para compacta-la formando diversos anéis.

Material da Gaxeta	Serviço	Pressões	Lubrificação	Tipo de castelo		
				Normal	Longo	Extra-longo
Teflon	Limitado àqueles fluidos que não atacam o Teflon e aço inox tipo 3/6 (material da mola da gaxeta).	Líquidos e Gases secos - 1500 psi  Vapor - 250 psi	Não	-18 à 232°C	-45 à 430°C	-268 à 430°C
Amianto com Teflon	Todo excepto Alcalis quentes e Ácido hidrofúorídrico quente.	Líquidos e Gases secos - 6000 psi Vapor - 250 psi.	Opcional, porém recomendada	-18 à 232°C	-45 à 430°C	-268 à 430°C
Amianto Grafitado com fios de Inconel	Vapor ou Petróleo	Qualquer fluido 6000 psi	Sim	-18 à 232°C	-45 à 540°C	-45 à 540°C

*limites de temperatura para os diversos materiais da gaxeta, em função do tipo de castelo.*

# Atuadores para Válvulas de Controle

O atuador constitui-se no elemento responsável em proporcionar a necessária força motriz ao funcionamento da válvula de controle. Sendo parte integrante do sistema de controle, ele quando corretamente selecionado, deve proporcionar a válvula meios de operacionalidade estáveis e suaves, contra a ação variável das forças dinâmicas e estáticas originadas na válvula através da ação do fluido de processo.

Dependendo basicamente do meio de produção da força motriz, o atuador utilizado em aplicações de controle modulado, classifica-se em cinco tipos principais:

- 1) Pneumático a mola e diafragma;
- 2) Pneumático a pistão;
- 3) Elétrico;
- 4) Elétrico-hidráulico e
- 5) Hidráulico.

Antes de iniciarmos a análise detalhada dos diversos tipos de atuadores, o atuador selecionado deve ser compatível com o sinal de saída do controlador. Um exemplo claro disso, é o caso da instrumentação eletrônica utilizada hoje em dia na maioria dos sistemas de controle de processo. O sinal de saída do controlador é normalmente 4~20, sinal este que não é compatível, por exemplo, com os atuadores pneumáticos.

Neste caso será necessário que se converta o sinal elétrico para pneumático, caso seja utilizado o atuador pneumático, como acontece na grande maioria das aplicações.

## **Atuador Pneumático Tipo Mola e Diafragma**

Este tipo de atuador utiliza um diafragma flexível de neoprene, sobre o qual age uma pressão de carga variável em oposição à força produzida por uma mola. O diafragma é alojado entre dois tampos, formando duas câmaras, uma das quais totalmente

estanque, por onde entra o sinal de pressão de carga. A força motriz é obtida pelo produto da pressão de carga vezes área útil do diafragma.

Define-se como pressão de carga ao sinal de ar proveniente do controlador ou do posicionador da válvula, e que efetivamente trabalha sobre o diafragma do atuador. A faixa de pressão de carga mais comumente utilizada é de 0~18 psi no caso da instrumentação pneumática, enquanto que para esse sinal a faixa da mola do atuador é de 3~15 psi.

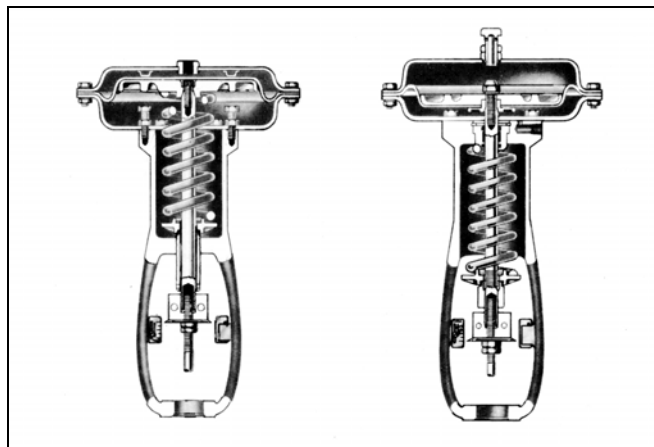
O atuador mola e diafragma é disponível em dois tipos: Um deles, denominado de ação direta empurra a haste para baixo, conforme aumenta a pressão de carga sobre o diafragma, enquanto que a mola força a haste para cima.

O outro, denominado de ação inversa, com o aumento da pressão de carga, puxa a haste para cima, enquanto que a mola empurra-a para baixo, de qual a posição de segurança que o processo exige em caso de falha ou falta de energia de suprimento.

Assim, numa válvula globo convencional com obturador entrando em caso de falha no sistema de suprimento de ar a válvula abre, enquanto que se caso tivesse sido utilizado um atuador inverso, a válvula fecharia.

O tamanho do atuador tipo mola e diafragma é definido em função do diâmetro do diafragma.

Este tipo de atuador é o mais amplamente utilizado para atuar as válvulas de controle, face a inúmeras vantagens e poucas desvantagens.



*Atuadores Pneumáticos Tipo Mola Diafragma*

A sua principal desvantagem é a da limitação da força de atuação, pois devido ao diafragma, os níveis de pressão de carga não podem exceder 50 ou 60 psi, o que de fato limita a sua aplicação, em determinados tipos de válvulas, que exigem uma

elevada força de atuação como é o caso das válvula rotativas, ou ainda em casos de pressões extremamente altas, mesmo se tratando de válvulas de deslocamento linear. Nesses casos, o atuador pneumático a mola e diafragma deixa de ser uma escolha conveniente, podendo tornar-se excessivamente onerosa a sua utilização em tamanhos superdimensionados.

DIÂMETRO DA VÁLVULA (POL.)		1/2 - 3/4 - 1						1.1/2						2" - 2.1/2					
CLASSE		125 a 600			900 e 1500			125 a 600			900 e 1500			125 a 600			900 e 1500		
TAMANHO DO ATUADOR		06	07	08	09	08	09	07	08	09	08	09	08	09	10	08	09	10	
ÁREA EFETIVA DO ATUADOR (POL.)	DIR.	47,40	70,58	70,58	106,62	70,58	106,62	70,58	70,58	106,62	70,58	106,62	70,58	106,62	154,38	70,58	106,62	154,38	
	REV.	54,38	70,19	70,19	106,03	70,19	106,03	70,19	70,19	106,03	70,19	106,03	70,19	106,03	166,51	70,19	106,03	166,51	
MÁXIMO CURSO (POL.)		3/4						3/4						1.1/8					
DIÂMETRO HASTE DA VÁLVULA (POL.)	NORM.	3/8	3/8			1/2	1/2	3/8			1/2	1/2	1/2	1/2		1/2	1/2		
	REF.			1/2	1/2				1/2	1/2					3/4			3/4	
CARGA MÁXIMA NA HASTE DA VÁLVULA (LB)		1500	1500	2500	2500	2500	2500	1500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	5000	2500	2500	5000	
DIÂMETRO DA VÁLVULA (POL.)		3-4						6-8						10-12-14					
CLASSE		125 a 600			900 e 1500			125 a 600			900 e 1500			125 a 1500					
TAMANHO DO ATUADOR		09	10	10	11	12		10	11	12	10	11	12	10	11	12	11	12	
ÁREA EFETIVA DO ATUADOR (POL.)	DIR.	106,62	154,38	154,38	167,12	275,30		154,38	167,12	275,30	154,38	167,12	275,30	154,38	167,12	275,30	167,12	275,30	
	REV.	106,03	166,51	166,51	181,95	277,80		166,51	181,95	277,80	166,51	181,95	277,80	166,51	181,95	277,80	181,95	277,80	
MÁXIMO CURSO (POL.)		1.1/2						2						3					
DIÂMETRO HASTE DA VÁLVULA (POL.)	NORM.	1/2			3/4			3/4			3/4			3/4			1	1	
	REF.			3/4		1	1			1	1			1	1				
CARGA MÁXIMA NA HASTE DA VÁLVULA (LB)		2500	5000	5000	8000	8000		5000	8000	8000	5000	8000	8000	5000	8000	8000	8000	8000	

*Tamanho dos atuadores pneumáticos tipo mola e diafragma em função do diâmetro da válvula.*

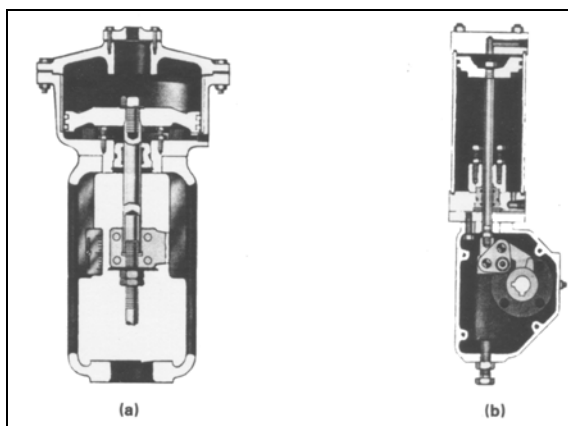
### Atuador Pneumático Tipo Pistão

O atuador pneumático tipo pistão, embora não muito utilizado nas válvulas de deslocamento linear, em relação ao tipo a mola e diafragma, tem apresentado uma crescente tendência de uso, junto às válvulas tipo rotativas.

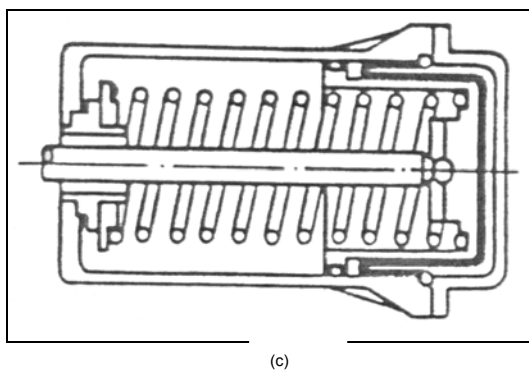
Apresenta como principal vantagem, em relação ao anterior, uma capacidade de operação em níveis superiores de pressão de carga (e portanto, uma produção de maior força de atuação), uma maior capacidade e ainda uma maior velocidade de resposta.

Na tabela (Guia para a Seleção de atuadores) relacionando-se as diversas vantagens e desvantagens deste tipo de atuador.

O atuador pneumático tipo pistão, substitui o uso do diafragma flexível por um pistão metálico, fato esse que lhe possibilita operar em níveis de pressão de carga superiores.



*Atuadores Pneumáticos Tipo Pistão*



*Atuador Pneumático Tipo Diafragma Rolante*

São tres tipo básicos de atuadores à pistão, dependendo do tipo de válvulas que irá operar :

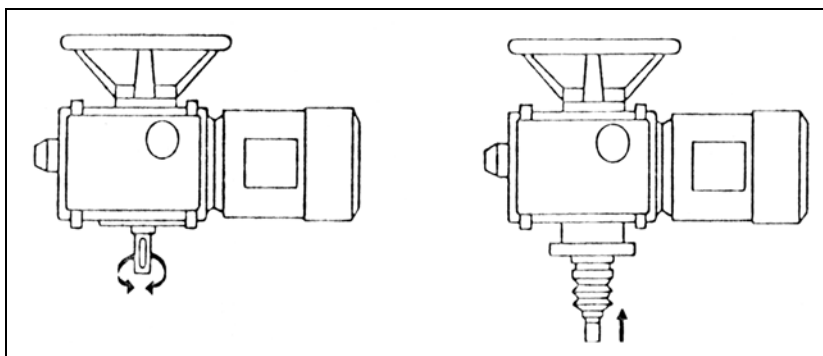
Figura (a), destina-se a utilização em válvulas de deslocamento linear como a globo;

Figura (b), utilizado para acionar válvulas de deslocamento rotativo, como a borboleta e esfera;

Figura (c), atuador pneumático de diafragma rolante, é utilizado apenas nas válvulas de obturador rotativo excêntrico.,

### **Atuador Elétrico**

Os atuadores elétricos, consistem de um motor elétrico com um conjunto de engrenagens, que lhe possibilitam a capacidade de uma elevada faixa de torque de saída. Este tipo de atuador, oferece amplas vantagens em instalações remotas onde nenhum outra fonte de suprimento seja disponível.



*Atuadores Elétricos*

O atuador elétrico tanto pode ser utilizado para acionar válvulas de deslocamento linear quanto rotativas.

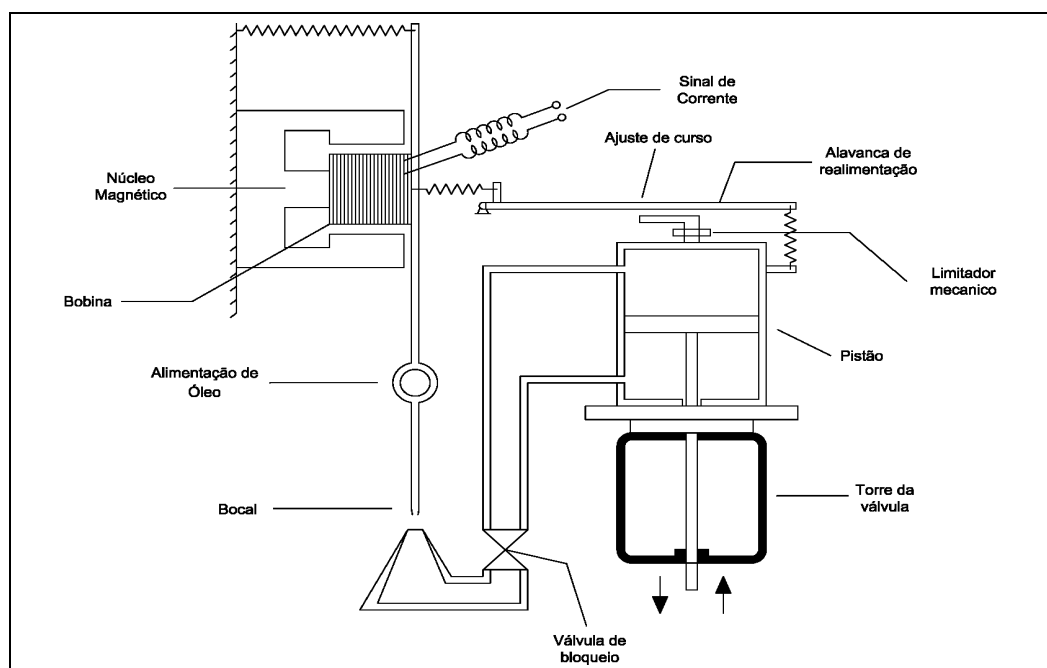
As suas principais desvantagens residem no seu custo excessivo, lenta resposta e na falta de posição de segurança em caso de falha de energia de suprimento.

Na tabela (Guia para a seleção do atuador) relacionam-se as diversas vantagens de desvantagens deste tipo de atuador.

### Atuador Eletro-Hidráulico

Este tipo de atuador consiste de um atuador elétrico, no qual uma bomba manda óleo a altas pressões para um pistão o qual produz uma força de atuação de altíssimo valor. Este tipo de atuador pode ser operado com sinais elétricos de baixo nível, como os de saída dos instrumentos eletrônicos, ou seja, da ordem de 24 à 65 Volts DC e 1 – 5, 4 – 20 ou 10 – 50mA.

Na figura abaixo (Esquema de um atuador eletro-hidráulico) vemos esquematicamente o desenho deste tipo de atuador, no qual uma bobina é sensibilizada quando sujeita a um sinal de corrente, produzindo um campo magnético, o que faz deslocar uma palheta, obstruindo mais ou menos um bocal, através do qual escoar o óleo a uma alta pressão, indo para o pistão onde se produz uma elevada força de atuação que irá movimentar a válvula de controle.



*Esquema de um Atuador Eletro-hidráulico*

Desvantagens:

Custo alto

Requer uma fonte de pressão constante o que significa alimentação elétrica constante para bombear o óleo para o pistão.

Não possui posição de segurança inerente, em caso de falha de energia.

### Atuador Hidráulico

Os atuadores hidráulicos, assemelham-se bastante aos eletro-hidráulico e como esses devem ser especificados somente em casos de altíssimas forças de atuação de forma a impossibilitar a utilização de outros tipos de atuadores. No atuador hidráulico, uma central hidráulica bombeia fluido hidráulico ao pistão a uma pressão considerável alta produzindo-se elevadíssima forças de atuação.

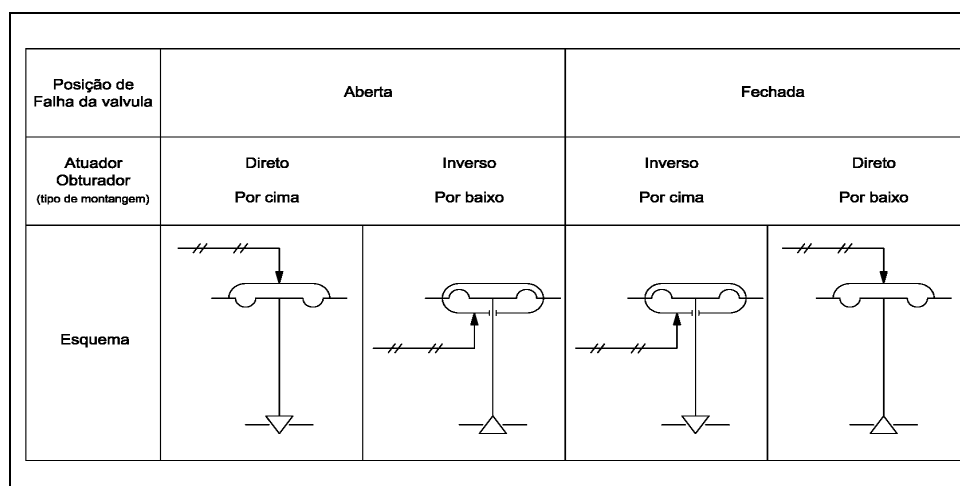
### Posição de Segurança por Falha

Define-se como posição de segurança por falha da energia de suprimento, à posição que a válvula deve assumir em caso de falha.

A falha tanto pode ser motivada por falha mecânica do atuador, como falha no sistema de distribuição de energia de suprimento.

As posições de segurança possíveis da válvula são : fechadas e abertas.

A devida escolha de uma delas deve ser baseada em considerações de segurança do processo industrial. Cabe ao usuário escolher corretamente qual a posição de segurança da válvula.



*Posições de Segurança por Falha em Função Diversas Combinações entre Atuador e Obturador*



<b>1) - Atuador Pneumático Tipo Mola e Diafragma</b>	
Vantagens	Desvantagens
Baixo Custo; Simplicidade; Posição de Segurança por falha é inerente; Necessidade de baixa pressão de ar de suprimento; Ajustabilidade; Facilidade de manutenção; Capacidade de operação sem a necessidade do uso de posicionador; Resposta Rápida; Seguro em aplicações eletricamente perigosas.	Torques limitados; Limitação quanto a temperatura; Inflexibilidade para alterações das condições de serviço.
<b>2) – Atuador Pneumático Tipo Cilindro ou Pistão</b>	
Vantagens	Desvantagens
Capacidade de Torque elevado; Compacticidade; Menor Peso; Adaptabilidade à altas temperaturas do meio ambiente; Adaptabilidade à variações dos requisitos de torque da válvula; Resposta rápida; Seguro em aplicações eletricamente perigosas.	Posição de segurança por falha, requer acessórios opcionais; Necessidade do uso do posicionador para aplicações em controle modulado, Maior custo que o atuador pneumático à mola e diafragma; Necessidade de alta pressão de ar de suprimento.
<b>3) – Motor Elétrico</b>	
Vantagens	Desvantagens
Compacticidade; Aptidão para aplicações remotas.	Alto Custo; Falta de Posição por falha; Habilidade limitada para sistemas de controle modulado; Resposta lenta; Falta de ajustabilidade.
<b>4) – Atuador Eletro-Hidráulico / Hidráulico</b>	
Vantagens	Desvantagens
Capacidade para altíssimo torque; Ótima rigidez construtiva; Excelente estabilidade dinâmica contra forças do fluido; Resposta rápida.	Alto Custo; Complexidade; Grande Peso e tamanho; Posição de segurança por falha requer acessórios opcionais.

*Tabela – Guia para seleção do atuador.*

### **Forças que Agem Numa Válvula de Controle**

Um atuador que tenha sido adequadamente calculado, deve possuir força suficiente para vencer todas as forças produzidas pelo fluxo, deslocar o obturador e ainda dispor de um excesso de força necessária para assentamento do obturador quando este tiver que permanecer fechando a passagem do fluxo através da válvula.

As forças que agem no corpo da válvula são:

- a) Força de desequilíbrio estático da haste do obturador;
- b) Força de desequilíbrio estático do obturador;
- c) Força de desequilíbrio dinâmico do obturador;

Força diversas, tais como inércia do obturador, atrito nas gaxetas, etc.

# Acessórios de uma Válvula de Controle

## Introdução

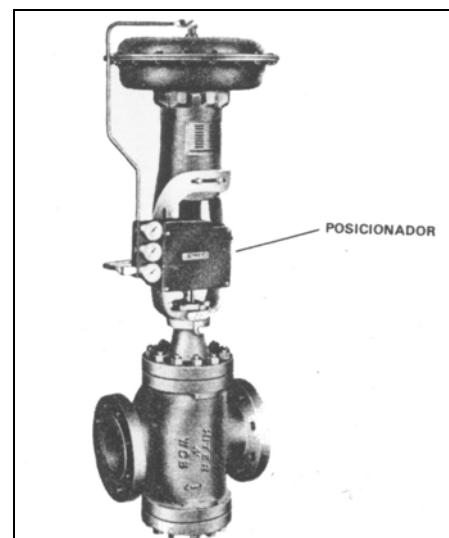
Como acessórios podemos definir determinados dispositivos que se utilizam na válvula, para obter determinadas adaptações com o sistema de controle ou sofisticações quanto à operação da controlabilidade.

Os principais tipos de acessórios utilizados são os posicionadores, válvulas solenóides, reguladores de ar, transdutores eletropneumáticos, volantes auxiliares manuais, etc.

Dentre todos, é sem dúvida alguma o posicionador o mais comumente utilizado, sendo que em alguns tipos de válvulas, realmente deixa de ser considerado como acessório, passando a ser parte integrante da própria válvula. O posicionador pode ser pneumático ou eletropneumático.

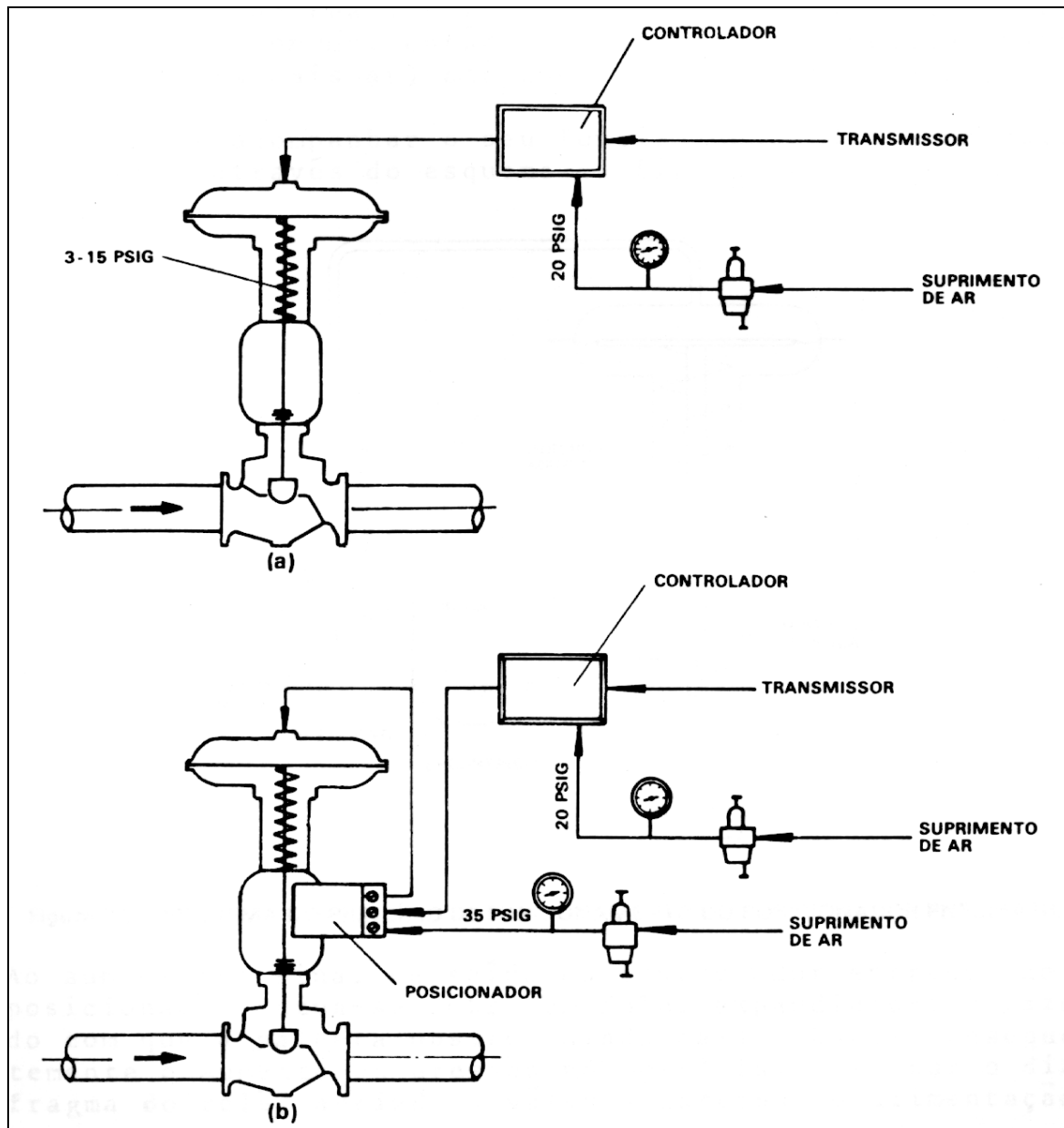
## Posicionador Pneumático

Define-se como posicionador a um dispositivo que transmite a pressão de carga ao atuador, permitindo posicionar a haste da válvula no valor exato determinado pelo sinal de controle.



*Posicionador Pneumático Montado Numa Válvula de Controle tipo Globo.*

Certos sistemas lentos necessitam do uso de posicionadores nas válvulas. Tais sistemas seriam o controle da temperatura, controle de nível líquido, controle de vazão de gás e mistura. Em outros sistemas mais rápidos, tais como o controle de pressão de um líquido ou de vazão de líquido, um “booster” amplificador é normalmente utilizado com sensíveis vantagens.



Esquema de uma válvula operando: (a) sem posicionador e (b) com posicionador.

### Princípio de Funcionamento do Posicionador Pneumático

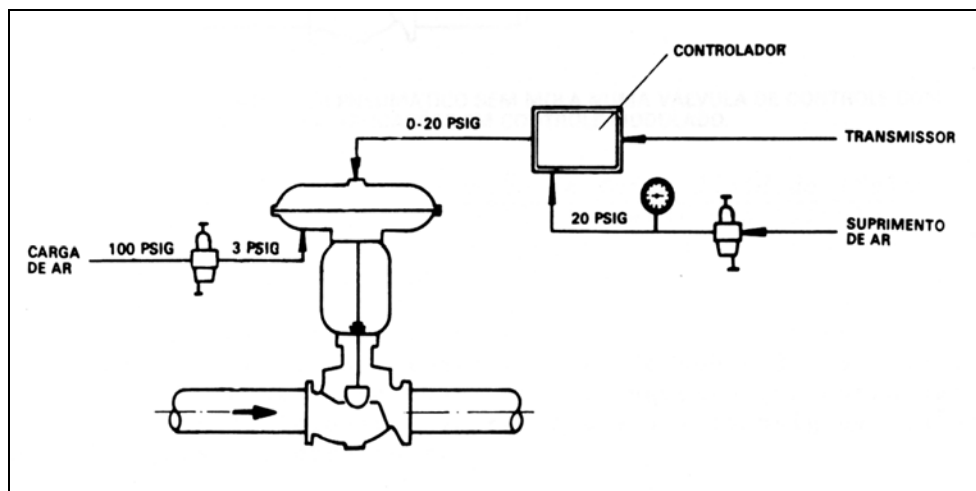
Na figura vemos uma válvula que é operada diretamente por um controlador.

O sinal de saída típico de um controlador pneumático varia de um mínimo de 0 psi até um máximo de 20 psi. A faixa de mola mais comum nas válvulas opera de 3 a 15 psi. São necessários portanto 15 psi para comprimir a mola da válvula. A pressão de ar excedente a esses 15 psi é utilizada para fechar a válvula contra a pressão do fluido à montante.

Na segunda figura vemos esquematicamente a mesma válvula, porém operada diretamente por um posicionador, intercalado entre o controlador e a válvula. O sinal de saída do controlador, neste caso, vai para a entrada do posicionador ao invés de ir para a válvula. O posicionador então compara o sinal que recebe do controlador com a posição da haste da válvula através do seu braço de realimentação. Se a haste não está corretamente posicionada, então ele manda para o atuador mais ar (ou retira mais ar) até que acuse a correta posição da haste.

### **Aplicações Recomendadas da Utilização do Posicionador**

- a) Para compensar a força gerada pelo atrito: nas aplicações em processos de alta pressão ou aplicações outras, onde a gaxeta esteja bastante apertada, para evitar vazamentos, há o surgimento de um atrito considerável contra a haste, produzindo-se uma histerese e tempo morto maior que o limite normalmente aceito.
- b) Para aumentar a força de assentamento nas válvulas tipo sede simples.
- c) Para operar atuadores pneumáticos tipo sem mola: a figura abaixo mostra um controlador operando uma válvula de controle pneumático com atuador tipo sem mola, como seria, por exemplo, o atuador pneumático tipo pistão.



*Válvula de Controle com atuador Pneumático sem mola e sem posicionador, para aplicações de controle biestável.*

d) Para permitir uma operação de faixa dividida ("split range"): às vezes é desejável operar uma válvula de controle utilizando-se apenas de uma parte da faixa do sinal de saída do controlador. Isto pode ser realizado se especificarmos um posicionador para esta utilização particular. Um arranjo comum é o de ter uma válvula e um posicionador operando sobre 3 a 9 psi de sinal de saída do controlador, enquanto que outra válvula e posicionador operam sobre 9 a 15 psi de saída do mesmo controlador.

e) Para inverter a ação da válvula: um posicionador cuja pressão de ar de saída aumenta conforme aumenta o sinal de entrada é denominado de posicionador de ação direta. Um posicionador cujo o sinal de saída, diminui conforme aumenta o sinal de entrada, é denominado de posicionador de ação inversa. A mudança da ação do posicionador é facilmente realizada no próprio campo.

f) Para modificar a característica de vazão da válvula: a maioria dos posicionadores são lineares, isto é, eles mudam a posição da haste da válvula linearmente em relação à pressão de saída do controlador.

g) Para aplicações de banda larga proporcional: quando a válvula deve responder a variações muito pequenas na pressão de ar (menos do que 0,25 psi), é recomendada a utilização de um posicionador.

h) Natureza do meio fluído: se o fluído do processo tende a grudar ou aglomerar-se nas partes das válvulas, provocando um aumento do atrito entre as partes móveis o uso do posicionador é recomendado para proporcionar força adicional necessária para vencer esses atritos.

Podemos concluir, do acima exposto que, basicamente, a utilização de um posicionador acoplado à válvula de controle nos assegura que a posição do obturador da válvula seja sempre proporcional ao valor de pressão de saída do controlador, independente das forças de atrito na gaxeta, histerese do atuador a diafragma ou forças de desequilíbrio do fluido sobre o obturador da válvula.

### **Posicionador Eletropneumático**

De função similar ao posicionador pneumático, este posicionador diferencia-se do anterior pelo fato de aceitar um sistema de entrada elétrico, normalmente analógico.

### **Limitações do uso do posicionador**

Recentes estudos e pesquisas têm indicado que, o uso de um posicionador pode prejudicar a qualidade do controle em processos rápidos, tais como: pressão e vazão de líquidos. Onde, necessita-se, por exemplo, de maiores pressões de ar, para efeito de fechamento da válvula ou de maior rapidez de operação, está recomendando-se a utilização do “booster” no lugar do posicionador.

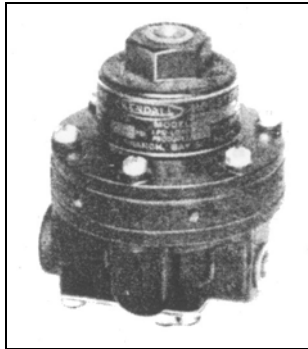
Para processos lentos, como a maioria dos sistemas térmicos, nível de líquidos e alguns processos de pressão de grande volume de gás, o posicionador deve melhorar a qualidade do controle.

### **“Boosters” Pneumáticos de Volume e de Pressão**

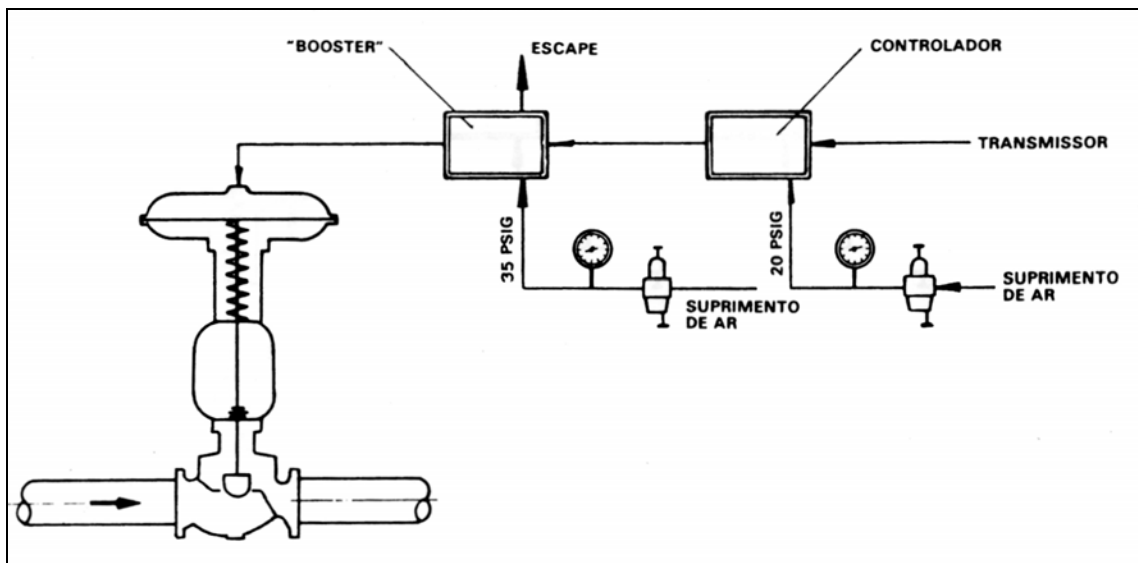
Não muito conhecidos e utilizados os “boosters” tem aumentado consideravelmente a sua utilização. Existem dois tipos de “boosters”: de volume e de pressão.

#### **“Boosters” de Volume**

Este tipo de “boosters”, pode ser utilizado para aumentar a velocidade da operação de uma válvula de controle, conforme o esquema abaixo:



*“Booster” Pneumático*



*Esquema da utilização de um “booster” de volume numa malha de controle*

O controlador aplica seu sinal de saída, diretamente ao “boosters”, no qual, aproximadamente 1 pé cúbico de ar é necessário para posicionar o seu piloto. Desta forma, o volume de ar que se desloca entre o controlador e o “booster” é muito pequeno. O ar que opera a válvula de controle vêm através do “booster” e desde que esse piloto possua uma grande capacidade de passagem (da ordem de 35 SCFM), o tempo para cursar totalmente a válvula de controle é substancialmente reduzido.

Se utilizarmos uma válvula redutora de pressão na linha de alimentação de ar para o “boosters” esta terá que ser do tipo de alta capacidade, afim de não limitar a capacidade de saída do “booster”.

### **“Boosters de Pressão”**

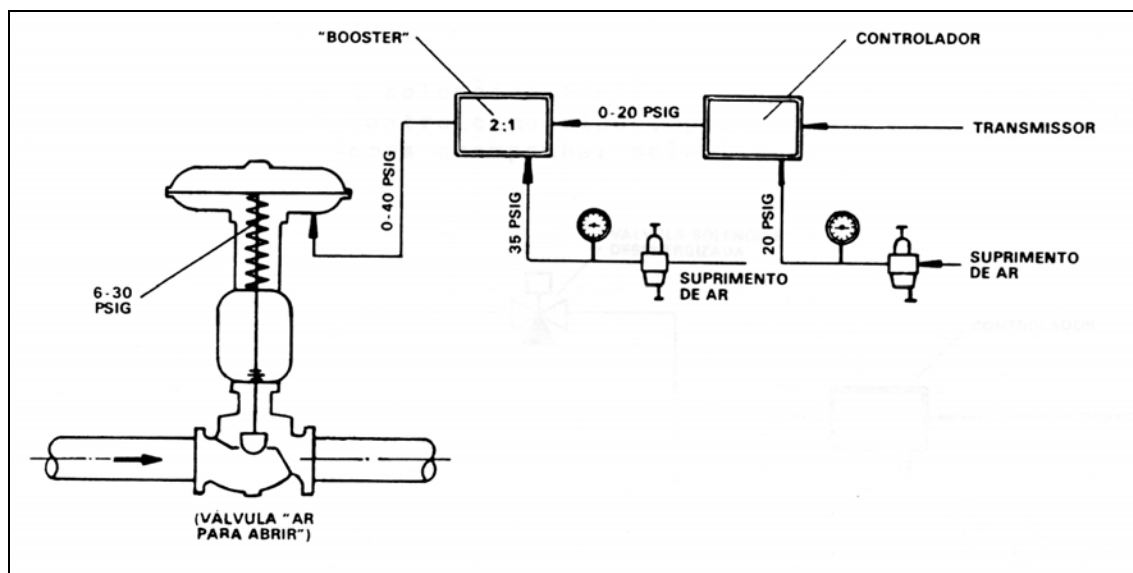
Os “boosters” de pressão geralmente são também de volume, entretanto, a sua principal função é a de aumentar a pressão vinda do controlador. Na figura abaixo



vemos esquematicamente uma válvula de controle sede simples (ar para abrir), com faixa de mola 6 a 30 psi.

A mola mais forte é para obtermos um fechamento de válvula contra uma alta pressão à montante. Contudo, a saída normal do controlador (máximo 20 psi) não é suficiente para abrir a válvula. Um “booster” de pressão com relação de multiplicação de 2:1 resolve esse problema, tornando o sistema operacional.

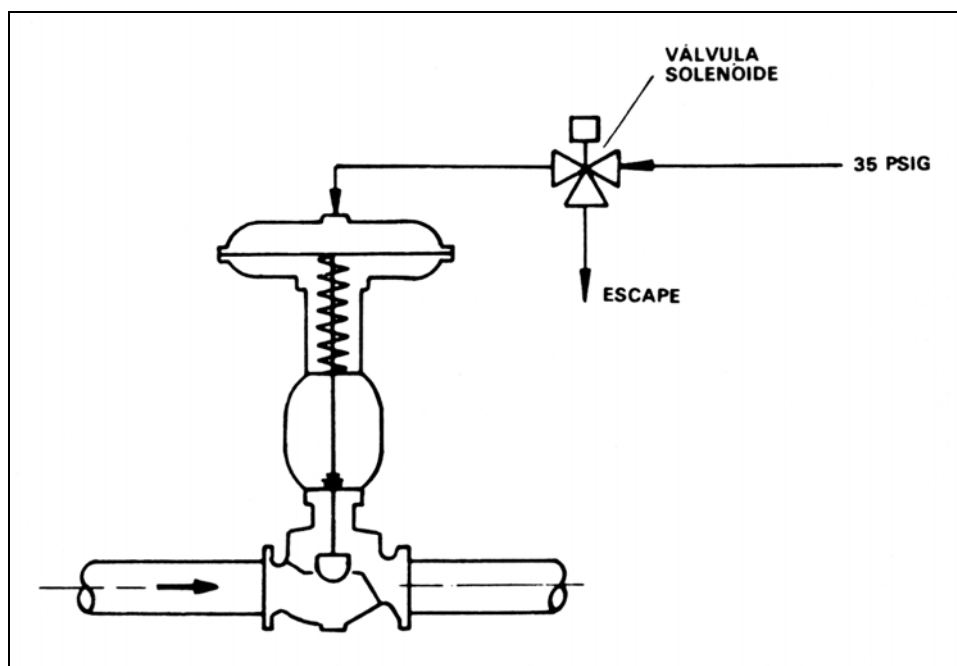
O “booster” é preferível ao posicionador, devido ao seu menor custo. Ainda, o “booster” não fecha o circuito ao redor da válvula, fato este que, pode proporcionar maior estabilidade em sistemas de resposta rápida.



*Esquema da utilização de um “booster” de pressão numa malha de controle.*

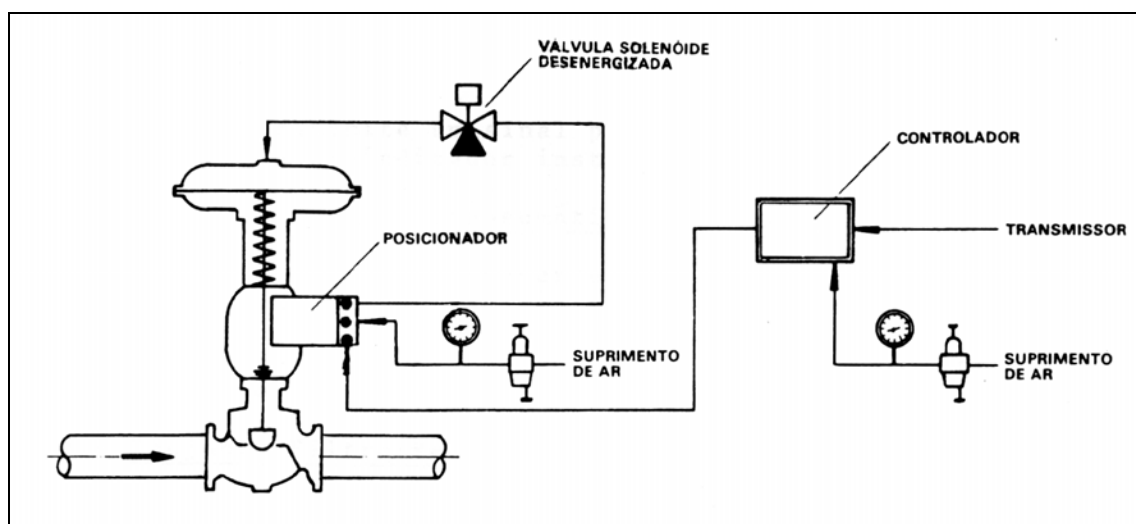
### **Válvulas Solenóides**

A sua utilização principal é em aplicações de controle biestável, pilotando uma válvula de controle pneumático, conforme figura abaixo:



*Esquema da utilização da Válvula Solenóide de 3 vias para atuar numa Válvula de Controle pneumática, em controle biestável.*

A válvula solenóide também pode ser instalada em aplicações de controle modulado, para serviço de emergência como podemos acompanhar pela figura abaixo.



Esquema da utilização da Válvula Solenóide de 3 vias, numa aplicação de emergência, em controle modulado.

Neste tipo de aplicação, uma válvula solenóide de 3 vias é instalada entre o controlador (ou posicionador) e a válvula de controle, de forma que normalmente, a saída de escape esteja fechada (isto é, estando válvula solenóide desenergizada, a passagem de ar é direta para a válvula de controle). Em casos de necessidade de bloquear a válvula de controle, por medida de segurança, um sinal elétrico pode ser

acionado remotamente, energizando instantaneamente a válvula solenóide e abrindo o escape. Fica assim, a válvula de controle sem ar de atuação e devido à força da mola, fecha ou abre rapidamente.

### **Chaves Indicadoras de Posição**

São utilizadas para indicação remota da posição da haste da válvula. Essa indicação fornecida pela chave indicadora é do tipo de duas posições, ou seja, possibilita a indicação, por exemplo, de válvula fechada e de válvula aberta. São montadas diretamente na torre do atuador (caso seja atuador do tipo de deslocamento linear) ou no adaptador (caso seja atuador tipo rotativo).

### **Transmissor de Posição**

O transmissor pneumático de posição é um dispositivo para indicação contínua da posição da haste da válvula. É geralmente instalado sobre a torre do atuador, de forma similar ao posicionador. Na realidade o transmissor de posição é uma adaptação do posicionador. Através do braço de realimentação, ele sente a posição da haste da válvula e transmite um sinal pneumático proporcional de 3 a 15 psi a um indicador em lugar remoto.

### **Transdutores Eletropneumáticos**

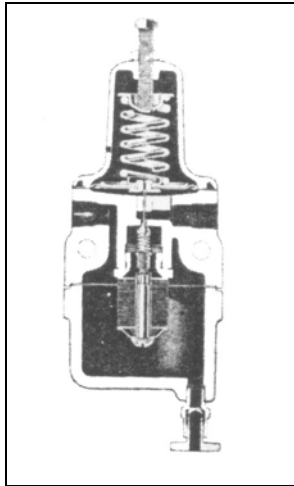
Estes dispositivos convertem o sinal elétrico da saída de um controlador eletrônico em sinal pneumático compatível com o atuador pneumático da válvula de controle. Estes transdutores tanto podem ser corrente para pressão (I/P) ou tensão para pressão (E/P).

O sinal de entrada de corrente é aplicado a um eletroímã. O campo magnético criado e a corrente produzem uma força que desloca a palheta alterando a posição relativa entre a palheta e o bocal. Isso faz aumentar ou diminuir a pressão no bocal, aumentando ou diminuindo o sinal de pressão para a válvula de controle.

### **Conjunto Filtro - Regulador de Ar**

Talvez um dos acessórios mais comuns seja o filtro – regulador de ar, que é uma válvula reguladora de pressão de ar, do tipo auto-operada, de pequenas dimensões e alta capacidade, com filtro de ar integral.

A sua máxima capacidade de ar é ao redor de 20 SCFM. A sua função é a de fornecer ar limpo, à uma pressão constante compatível com os limites de alimentação dos posicionadores, “boosters”, etc.



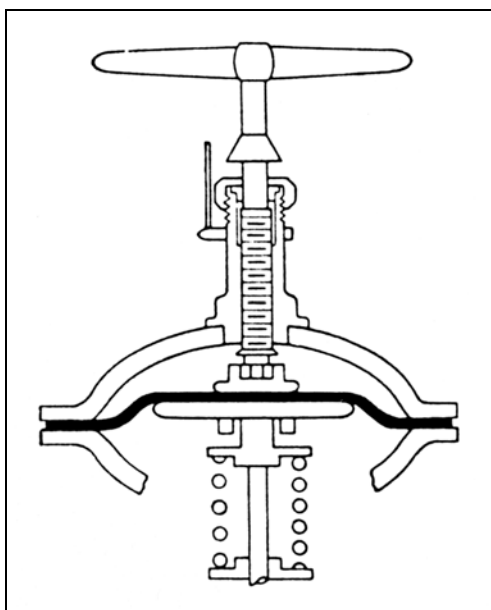
*Conjunto filtro e regulador de ar de instrumentação*

### **Volantes Manuais**

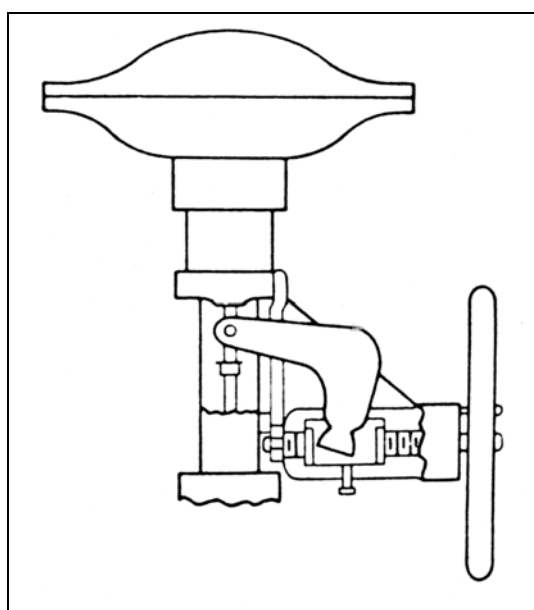
Trata-se de um acessório amplamente utilizado na linha de válvulas de deslocamento linear da haste. Na maioria das válvulas rotativas, o volante já faz parte da válvula, não sendo considerado como acessório adicional propriamente dito. O volante manual é utilizado para possibilitar uma operação manual da válvula de controle, no caso de falta de ar.

Existem dois tipos de volantes, conforme a sua instalação na válvula: de topo e de lateral.

Um volante manual tipo montagem lateral é adaptado a torre do atuador, agindo diretamente sobre a haste da válvula. Costuma-se normalmente utilizar este tipo de montagem nas válvulas de grande diâmetro, em função da sua altura, o que tornaria bastante difícil a operação manual, caso a válvula tivesse volante de montagem tipo de topo.



*Volante Manual de Topo*



*Volante Manual Lateral*