

VÁLVULAS

E

POSICIONADORES

SUMÁRIO

1 - ELEMENTOS FINAIS DE CONTROLE	3
1.1 - DEFINIÇÃO	3
2 - VÁLVULAS DE CONTROLE	3
2.1 - PARTES PRINCIPAIS DE UMA VÁLVULA DE CONTROLE	4
2.2 - ATUADOR	4
2.3 - CORPO 1	5
3 - VÁLVULAS DE DESLOCAMENTO LINEAR DA HASTE	6
3.1 - VÁLVULAS GLOBO	6
3.1.1 - VÁLVULAS GLOBO SEDE SIMPLES	6
3.1.2 - VÁLVULA GLOBO SEDE DUPLA	8
3.2 - VÁLVULA GLOBO TIPO GAIOLA	9
3.2.1 - VÁLVULA GLOBO TIPO GAIOLA SEDE SIMPLES	10
3.2.2 - VÁLVULA GLOBO TIPO GAIOLA BALANCEADA	11
3.3 - VÁLVULA DE CONTROLE TIPO DIAFRAGMA OU SAUNDERS	12
3.4 - VÁLVULA DE CONTROLE TIPO GUILHOTINA	12
4 - VÁLVULAS DE DESLOCAMENTO ROTATIVO DA HASTE	13
4.1 - VÁLVULA DE CONTROLE TIPO BORBOLETA	13
4.2 - VÁLVULA DE CONTROLE ESFERA	15
4.3 - VÁLVULA DE CONTROLE TIPO OBTURADOR ROTATIVO - EXCÊNTRICO	17
5. INTERNOS DAS VÁLVULAS	17
5.1 - OBTURADOR	18
5.1.1 - TIPOS DE OBTURADORES	18
5.1.2 - OBTURADORES TORNEADOS	18
5.1.3 - OBTURADORES COM ENTALHES EM “ V ”	18
5.1.4 - OBTURADORES SIMPLES ESTRIADOS OU PERFILADOS	19
5.1.5 - OBTURADORES DE ABERTURA RÁPIDA	19
5.1.6 - OBTURADORES COM DISCO OU O-RING	20
5.2 - OBTURADORES TIPO GAIOLA	20
5.3 - ANEL DE SEDE	21
6 - CASTELO	21
6.1 - TIPOS PRINCIPAIS	22
6.2 - CASTELO NORMAL	22
6.3 - CASTELO ALETADO	22
6.5 - CASTELO COM FOLE	23

7 - CAIXA DE GAXETAS	23
8 - GAXETAS	24
8.1 - TEFLON (TFE)	24
8.2 - AMIANTO IMPREGNADO	24
9 - CARACTERÍSTICAS DE VAZÃO	25
9.1 - INTRODUÇÃO	25
9.2 - CARACTERÍSTICA DE VAZÃO	25
9.3 - ALCANCE DE FAIXA DA VÁLVULA	26
9.4 - CARACTERÍSTICAS DE VAZÃO INERENTES	26
9.5 - CARACTERÍSTICA DE VAZÃO INSTALADA DAS VÁLVULAS DE CONTROLE	27
10 - COEFICIENTE DE VAZÃO (CV)	28
11 – POSICIONADORES	28
11.1 - PRINCIPAIS APLICAÇÕES DO POSICIONADOR EM VÁLVULAS	28
11.2 - LIMITAÇÕES DO USO DO POSICIONADOR	29
11.2.1 – EXEMPLO DE POSICIONADOR PNEUMÁTICO	29
11.2.2 – EXEMPLO DE POSICIONADOR ELETROPNEUMÁTICO	29
11.3 - POSICIONADOR INTELIGENTE	30
11.3.1- VANTAGENS DO POSICIONADOR INTELIGENTE	30
EXERCÍCIOS	31

1 - ELEMENTOS FINAIS DE CONTROLE

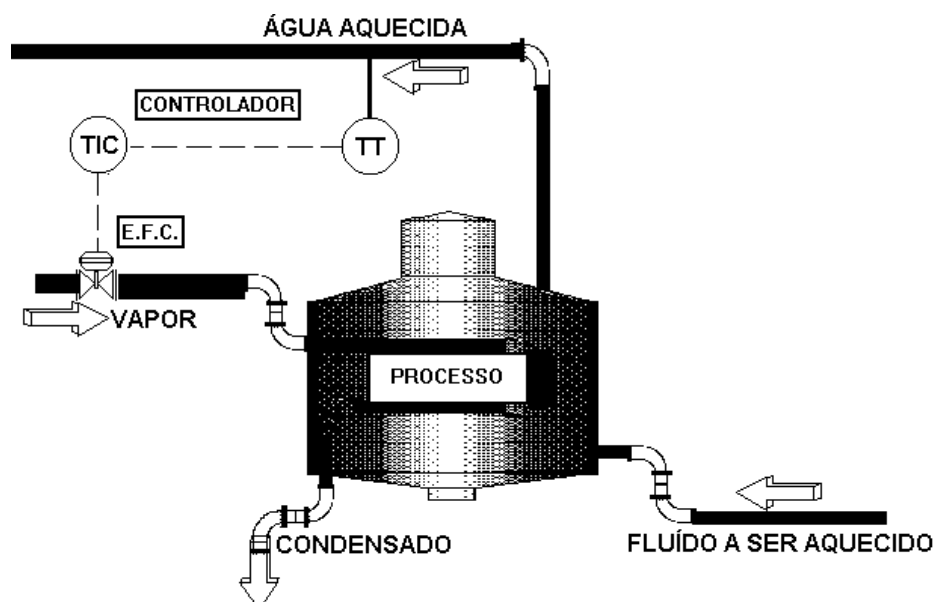
1.1 - DEFINIÇÃO

É um mecanismo que varia a quantidade de energia ou material (agente de controle), em resposta ao sinal enviado pelo controlador, a fim de manter a variável controlada em um valor (ou faixa de valores) pré - determinado.

A **válvula de controle** é o **elemento final** mais usado nos sistemas de controle industrial. Em sistemas de controle gases e ar é também usado o “damper”, porém poderemos citar outros elementos, tais como: bombas, resistências elétricas, motores, etc.

Como o controlador, o elemento final de controle pode ser operado por meios elétricos, pneumáticos e mecânicos.

A posição do elemento final de controle (EFC) na cadeia automática de controle é mostrado na figura abaixo.



2 - VÁLVULAS DE CONTROLE

A válvula de controle desempenha um papel muito importante no controle automático de modernas indústrias, que dependem da correta distribuição e controle de fluídos líquidos e gasosos. Tais controles, sejam para trocas de energia, redução de pressão ou simplesmente para encher um reservatório, dependem de algum tipo de **elemento final de controle** para fazer esse serviço.

Os elementos finais de controle podem ser considerados como o “músculo” do controle automático. Eles fornecem a necessária amplificação de forças entre os baixos níveis de energia, fornecidos pelos controladores, e os maiores níveis de energia necessários para desempenho de suas funções de fluídos.

A válvula de controle é o elemento final de controle mais utilizado. Outros tipos de elementos finais de controle podem ser bombas dosadoras, dampers e louvers (variação de válvula borboleta), hélice de passo variável, motores elétricos para posicionamento de equipamentos que não sejam válvulas, etc.

Apesar de largamente utilizada, provavelmente não exista outro elemento qualquer no sistema de controle, que receba menor parcela de atenção. Em muitos sistemas, a válvula de controle é mais sujeita a severas condições de pressão, temperatura, corrosão e contaminação do que qualquer outro componente, e ainda assim, deve trabalhar satisfatoriamente com um mínimo de atenção. Uma válvula de controle funciona como uma resistência variável na tubulação, e é definida por alguns autores, como sendo um orifício de dimensões variáveis.

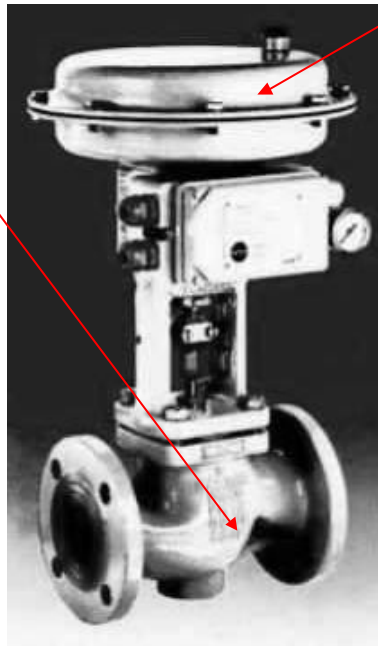
2.1 - PARTES PRINCIPAIS DE UMA VÁLVULA DE CONTROLE

Uma válvula de controle consiste basicamente de dois conjuntos principais:

⇒ Corpo

e

⇒ Atuador

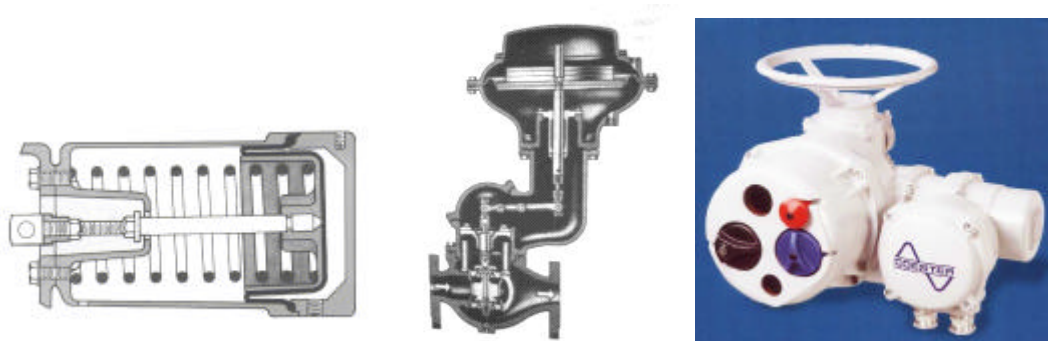


2.2 - ATUADOR

Constitui-se no elemento responsável em proporcionar a força motriz necessária ao funcionamento da válvula de controle. Sendo parte integrante do sistema de controle, ele quando corretamente selecionado, deve proporcionar à 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:

- Pneumático à mola e diafragma;
- Pneumático a pistão;
- Elétrico;
- Elétrico - hidráulico e
- Hidráulico.



2.3 - CORPO 1

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 subconjuntos:

1. internos
2. castelo
3. flange inferior.

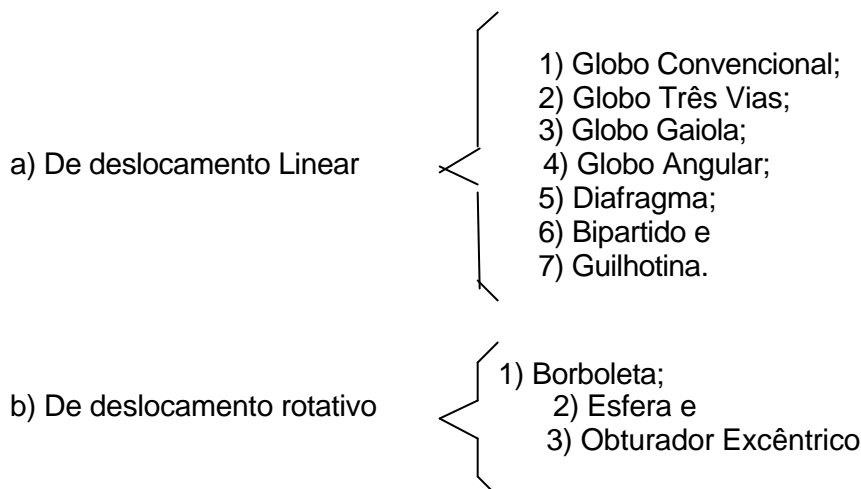
Nem todos os tipos de válvulas possuem obrigatoriamente o seu conjunto do corpo formado por todos os sub - componentes acima mencionados. Em alguns tipos de válvulas, corpo e castelo formam um só peça denominada de apenas corpo; em outros nem existe o flange inferior.

Porém, vamos por ora desconsiderar tais particularidades, optando por um conceito mais global, para posteriormente irmos restringindo-o à medida em que formos analisando cada tipo de válvula de controle.

Sendo o conjunto do corpo, a parte de válvula que entra em contato direto com o fluido, deve satisfazer os requisitos de pressão, temperatura e corrosão do fluido.

Os tipos de válvulas classificam-se em função dos respectivos tipos de corpos, e portanto, quando estivermos falando de tipos de válvulas sub - entenderemos tipos de corpos.

Podemos agrupar os principais tipos de válvulas em dois grupos:



3 - VÁLVULAS DE DESLOCAMENTO LINEAR DA HASTE

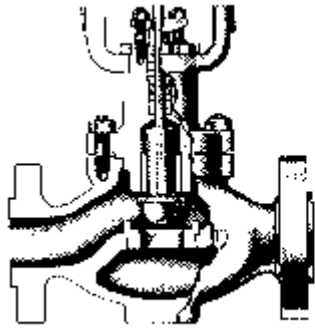
Define-se por válvula de deslocamento linear, a válvula na qual a peça móvel vedante descreve, um movimento retilíneo, acionada por uma haste deslizante.

Para cada tipo de processo ou fluido sempre temos pelo menos um tipo de válvula que satisfaça os requisitos técnicos de processo, independente da consideração econômica. Cada um desses tipos de válvulas possuem as suas vantagens, desvantagens e limitações para este ou aquele processo.

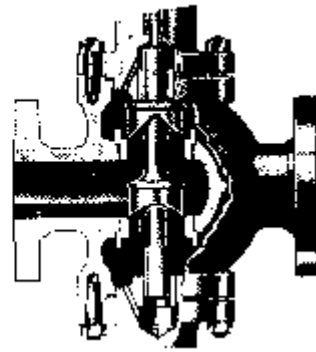
3.1 - VÁLVULAS GLOBO

Válvula de deslocamento linear, corpo de duas vias, com formato globular, de passagem reta, internos de sede simples ou de sede dupla. É a que tem maior uso na indústria e o termo globo é oriundo de sua forma, aproximadamente esférica.

É do tipo de deslocamento de haste e a sua conexão com a linha pode ser através de flanges rosca ou solda. Ela será de sede simples ou dupla, de acordo com o número de orifícios que possua para a passagem do fluido.



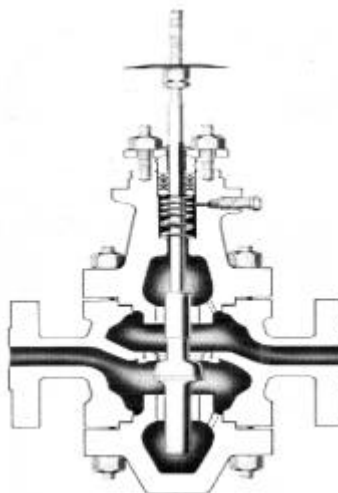
Válvula globo sede simples



Válvula globo sede dupla

3.1.1 - Válvulas Globo Sede Simples

Uma válvula globo sede simples reversível é mostrada a seguir. O obturador é guiado na base, no topo e/ou em sua saia e sua montagem faz com que a válvula feche ao descer a haste.



Este estilo de corpo é chamado reversível porque poderemos montá-lo utilizando exatamente as mesmas peças. O tipo de ação mais desejável para uma aplicação específica é determinado pelos outros elementos da cadeia de controle e sobretudo pela possibilidade de perda de potência do atuador (falta de ar, por exemplo). Este tipo de corpo é fabricado em tamanhos de 1/2" até 12" e em valores de pressão ASA de 600 psi. Valores de pressão de 900 a 1.500 psi são fabricados em tamanhos menores.

Possuem menor custo de fabricação, fácil manutenção, operação simples e fecham com pouco ou nenhum vazamento, por possuírem obturador estaticamente não balanceado são classificadas como classe IV ou seja ocasionam um vazamento quando a válvula totalmente fechada da ordem de 0,01% da sua capacidade de vazão máxima.

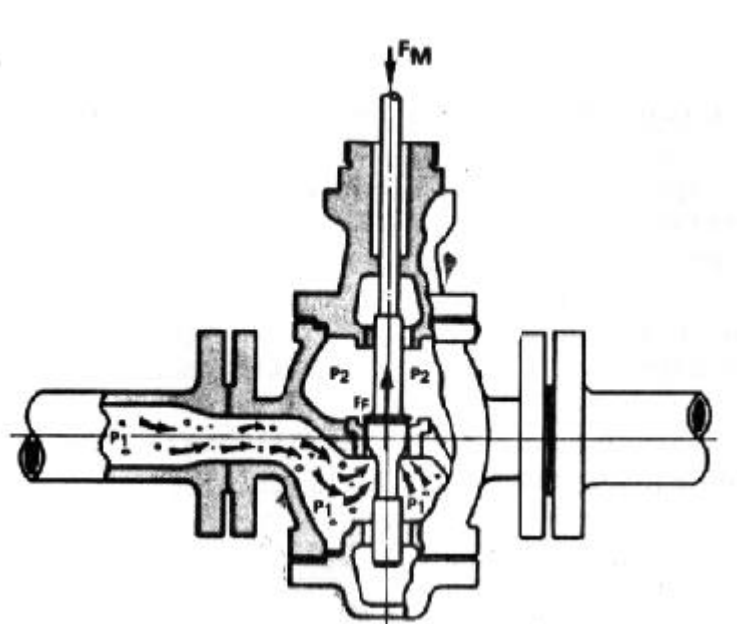
Seu inconveniente é que mais força é necessário para o atuador posicionar o obturador, este fato se deve por ser uma válvula cujo obturador não é balanceado. A força que atua sobre o obturador quando a válvula está fechada é dada pelo **produto da área total do orifício pela Pressão diferencial através da válvula.**

Sempre que possível, as válvulas de sede simples devem ser instaladas de tal forma que a vazão tende a abrir. Isto resulta em operações suave e silenciosa, com máxima capacidade . Quando válvula de sede simples são instaladas de forma que a vazão tende a fechar a válvula, é possível o martelamento da sede pelo obturador fenômeno conhecido como "CHATTERING", se a força de desequilíbrio é relativamente alta em comparação com a força de posicionamento do obturador . É possível existir condições que obriguem a instalação de válvulas com sedes simples e cuja vazão tende a fechar.

Tais instalações de válvulas com orifícios maiores que 1" e com atuadores pneumáticos trabalhando com altas quedas de pressão, devem ser feitas com cuidado. Válvulas com orifício menores que 1" de diâmetro podem usualmente trabalhar com vazão em qualquer direção.

Válvula de sede simples , com guia do obturador somente no topo, são usadas para orifício de 1" e menores. Ela fornece guias adequadas para pequenos diâmetros e permite que o fluido se escoe mais facilmente pelo orifício.

A figura a seguir mostra a atuação das forças dinâmicas provenientes do fluido agindo contra o obturador de uma válvula Globo sede simples.



Estando a válvula totalmente fechada e portanto $P_2 = 0$, a **pressão diferencial** através dela é $DP = P_1 - P_2 = P_1$. Essa pressão diferencial, que é igual à pressão diferencial DP_{MAX} , dado de principal importância na seleção de uma válvula e no dimensionamento do atuador.

Neste caso, o atuador produzindo uma força F_M dirigida de cima para baixo, transmite-a através da haste para o obturador. Por outro lado, a pressão P_1 do fluido contra o obturador (que bloqueia a sede de diâmetro D_S) produz uma força F_F para cima em sentido contrário à F_M do atuador. Para termos um funcionamento correto da válvula, F_M tem que ser suficientemente maior que F_F , ou seja :

$$\begin{aligned} F_M (\downarrow) &> F_F (\uparrow) & F_M (\downarrow) &> (P_1 - P_2) (A_S - A_H) \\ F_M (\downarrow) &> (DP) (A_S - A_H) & F_M (\downarrow) &> (P_1 - 0) (A_S - A_H) \\ F_M (\downarrow) &> (P_1) p/4 (D_S - D_H) & & \\ F_M (\downarrow) &> 0,7854 (D_S - D_H)^2 & & \\ F_M (\downarrow) &> 0,7854 \cdot P_1 \cdot D^2 & & \end{aligned}$$

onde $D^2 = D_S - D_H =$ diâmetro de passagem

A força F_M deve ser suficientemente maior que a F_F , pois há outras forças envolvidas, como por exemplo, a força da mola do atuador que é contrária a F_M , a força proveniente do atrito nas gaxetas e outras.

O índice de vazamento definido anteriormente, é para válvulas de fabricação normal, ou seja, com assento **metal - metal**. Contudo podemos atingir um índice de menor vazamento (sem aumentar a força de assentamento do atuador), utilizando a construção de assentamento composto, ou seja **metal - borracha**, **metal - teflon**, etc.

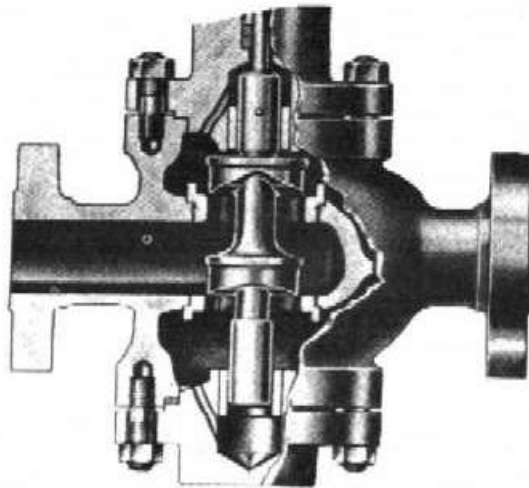
Este tipo de construção, muitas vezes ainda designado pelo seu nome em inglês, "**soft - seat**".

Obtemos desta forma um índice de vazamento praticamente nulo (da ordem de algumas bolhas de ar por minuto). Por exemplo numa válvula de 2" admite-se como permissível um vazamento de 3 bolhas de ar por minuto ou $0,40 \text{ cm}^3 / \text{min}$.

3.1.2 - Válvula Globo Sede Dupla

É provavelmente mais usada que a de sede simples. Ela foi desenvolvida para atender a necessidade de uma válvula que poderia ser posicionada com força relativamente pequena do atuador.

Uma válvula globo reversível de sede dupla é mostrada a seguir. Se as 2 sedes forem do mesmo diâmetro, as pressões que atuam no obturador serão equilibradas na posição fechada e teoricamente pouca força será requerida para abrir e fechar a válvula. Na realidade, os orifícios são construídos com 1/16" a 1/8" um maior que o outro, no diâmetro. Esta construção é chamada " semi-balanceada " e é usada para possibilitar que o obturador menor passe através do orifício maior na montagem.



É fabricada normalmente em diâmetros de 3/4" a 14", e com conexões das extremidades rosqueadas (até 2"), flangeadas ou soldadas, nas classes 150,300,600,900 e 1.500 lbs.

A principal vantagem da válvula sede dupla é o fato dela ser estaticamente quase estável sem necessitar, portanto, de uma força de atuação tão grande quanto a válvula sede simples.

Como desvantagem, apresentam um vazamento, quando totalmente fechadas de no máximo 0,5 % da sua máxima capacidade de vazão, conforme norma ANSI B16.104 a válvula tipo **standard**, possui um índice de vazamento **Classe II**.

O fato desse vazamento ser maior que na sede simples se deve a dois fatores:

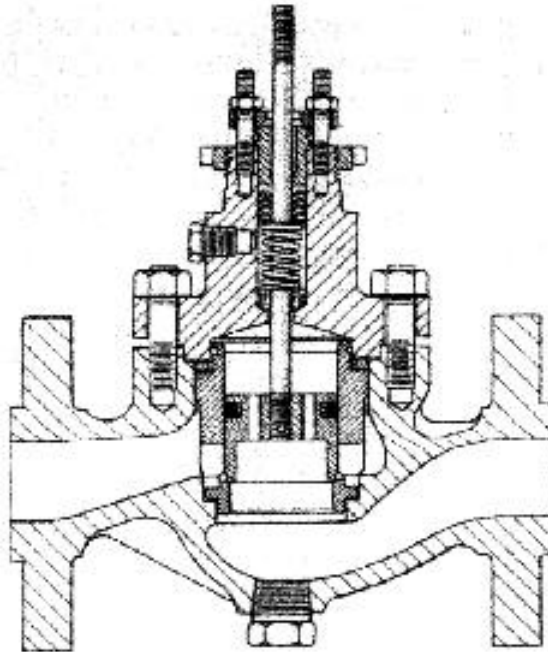
- Por ser semi-balanceada, um pequeno esforço é suficiente para deslocar a haste de qualquer posição (nesse caso, tal facilidade pode surgir como desvantagem).
- Devido ao fato de ser impossível fechar os dois orifícios simultaneamente, principalmente em casos de fluídos suficientemente quentes para produzir uma dilatação volumétrica desigual no obturador.

3.2 - VÁLVULA GLOBO TIPO GAIOLA

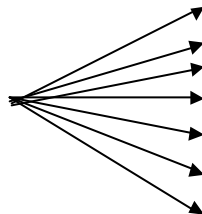
Válvula de concepção antiga onde possui seus internos substancialmente diferente da globo convencional. O amplo sucesso deste estilo de válvula está totalmente fundamentado nos seguintes aspectos:

- facilidade de remoção das partes internas, pela ausência de roscas o que facilita bastante a operação na própria instalação;
- alta estabilidade de operação proporcionada pelo exclusivo sistema de guia do obturador;
- capacidade vazão da ordem de **20 a 30%** maior que a globo convencional;
- menor peso das partes internas, resultando assim um menor vibração horizontal conseqüentemente menor ruído de origem mecânica do que as válvulas globo duplamente guiadas;
- não possuindo flange inferior a válvula é algo mais leve que as globo convencionais.

Por não possuir flange inferior, seu corpo não pode ser reversível, e assim a montagem dos seus internos é do tipo **entra por cima**. A drenagem do fluido quando necessária, pode ser realizada através da parte inferior do corpo, por meio de um tampão rosqueado.



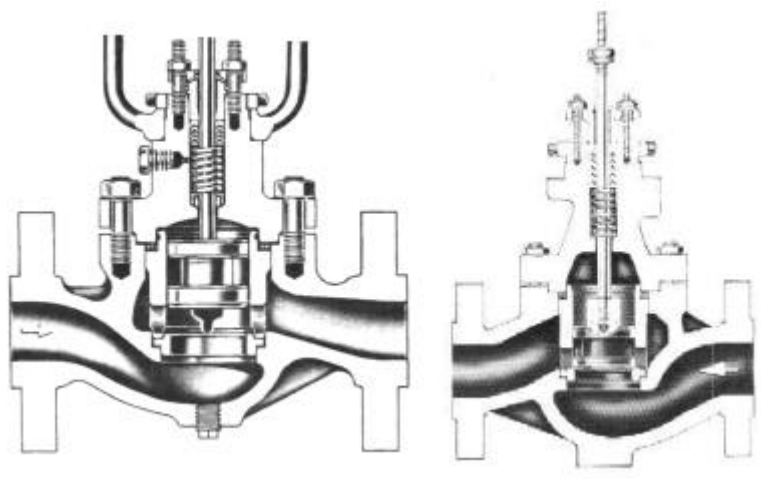
Alguns tipos de válvulas:



- Sede Simples;
- Balanceada;
- Micro Fluxo;
- Angular Sede Simples;
- Angular Balanceada;
- Duplo estágio e
- Baixo ruído.

3.2.1 - Válvula Globo Tipo Gaiola Sede Simples

Neste tipo de válvula o fluido entra por baixo do anel da sede, passando pelo orifício e pelas janelas da gaiola. Apresenta apenas guia na gaiola, trata-se de um tipo não balanceado como a globo convencional, pois a força do fluido tende a abrir a válvula, não é balanceada e por isso apresenta o mesmo inconveniente de precisar de uma grande força de atuação.



Válvula Gaiola Sede Simples Não Balanceada

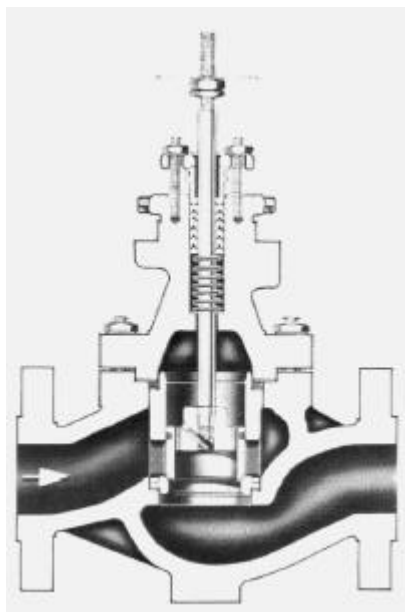
Apresenta um vazamento de 0,01% da sua máxima capacidade de vazão, quando totalmente fechada, enquadrada na Classe IV. Fabricada em diâmetros de 1/2" até 6" nas classes de 150, 300 e 600 lbs.

As conexões das extremidades podem ser rosqueadas (até 2"), flangeadas ou soldadas.

3.2.2 - Válvula Globo Tipo Gaiola Sede Simples Balanceada

Neste tipo de válvula o obturador é balanceado dinamicamente, devido ao orifício interno no obturador, que faz com a pressão do fluido comunique-se com ambos os lados do obturador, formando-se assim um balanceamento de forças de atuação neste caso do que no anterior sede simples. O fluido neste tipo de válvula entra por cima e não apresenta uma boa vedação, permitindo um vazamento de até 0,5% da máxima capacidade de vazão, estando a mesma classificada na **Classe II**.

Fabricada em diâmetros de 3/4" até 6" nas classes 150, 300 e 600 lbs, podendo suas conexões serem rosqueadas (até 2"), flangeadas ou soldadas.



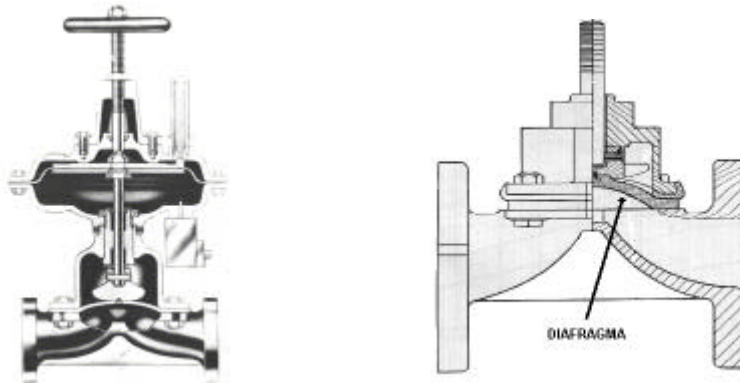
Válvula Gaiola Sede Simples Balanceada

3.3 - VÁLVULA DE CONTROLE TIPO DIAFRAGMA OU SAUNDERS

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. A válvula de controle tipo diafragma 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. Possui como vantagem um baixo custo, total estanqüidade quando fechada, já que o assento é composto por um diafragma de borracha, e facilidade de manutenção.

Como desvantagem não apresenta uma boa característica de vazão para controle, além de uma alta e não uniforme força de atuação que faz com que praticamente este tipo de válvula seja limitado em diâmetros de até 6" para efeito de aplicação em controle modelado.

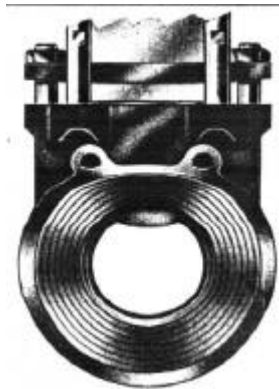
Outra desvantagem é que devido ao material do seu obturador (diafragma de neoprene ou Teflon), a sua utilização é limitada pela temperatura do fluido em função do material do diafragma.



Válvula Tipo Diafragma

3.4 - VÁLVULA DE CONTROLE TIPO GUILHOTINA

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



Contudo, a sua principal aplicação continua sendo em controle biestável com fluídos pastosos, tais como massa de papel.

Fabricada em diâmetros de 2" até 24" com conexões sem flanges para ser instalada entre par de flanges da tubulação.

4 - VÁLVULAS DE DESLOCAMENTO ROTATIVO DA HASTE

Nos últimos anos tem-se notado um 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 válvula, desenho simples, capacidade relativa maior de fluxo, custo inicial mais baixo, etc.

Dentre as desvantagens citamos a limitações em diâmetros inferiores a 1" ou 2" e quedas de pressão limitadas principalmente em grandes diâmetros.

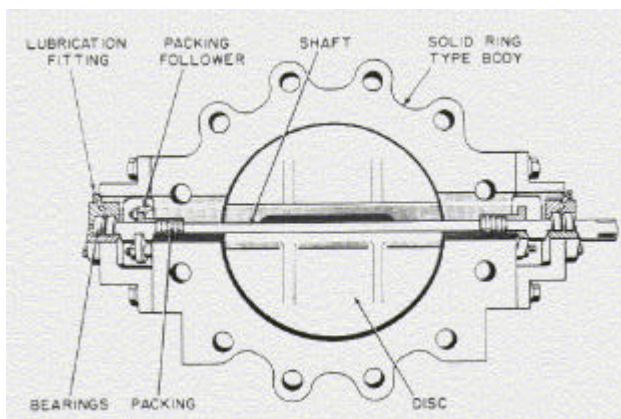
4.1 - VÁLVULA DE CONTROLE TIPO BORBOLETA

Válvula de deslocamento rotativo, corpo de duas vias de passagem reta, com internos de sede simples e elemento vedante constituídos por um disco ou lâmina de formato circular acionados por eixo de rotação axial. São muito usadas em tamanhos maiores que 3" e são fabricadas em tamanhos tão pequenos quanto 1". A válvula borboleta consiste de um corpo cilíndrico com um disco solidário a um eixo instalado



perpendicularmente ao eixo do cilindro. O corpo cilíndrico pode ser flangeado em ambas as extremidades ou fabricado na forma de um anel sólido. Este último tipo é instalado em uma tubulação entre 2 flanges.

Quando as válvulas borboletas são atuadas por atuadores convencionais pneumáticos, o movimento alternativo da haste é usualmente transformado em movimento rotativo através de um simples jogo de alavancas.



Válvulas borboletas têm grande capacidade, pois o diâmetro do furo do cilindro e usualmente o diâmetro interno da tubulação na qual estão instaladas e a única obstrução é o disco. Em tamanhos grandes elas são mais econômicas do que as válvulas globo. Sua aplicação, entretanto, é limitada pelo fato de requerer força considerável para sua operação em altas pressões diferenciais. Sua característica de vazão não é adequada para algumas aplicações.

As forças de torção no eixo de uma válvula borboleta aumentam com o abrir da válvula, atingindo um valor máximo em um ponto entre 70 a 75° a partir de uma perpendicular à linha, após a qual tende a diminuir.

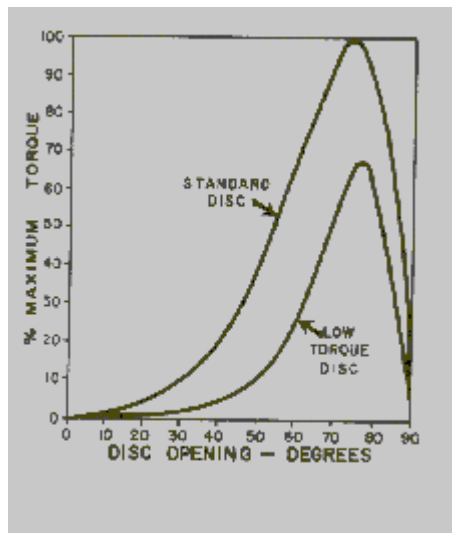
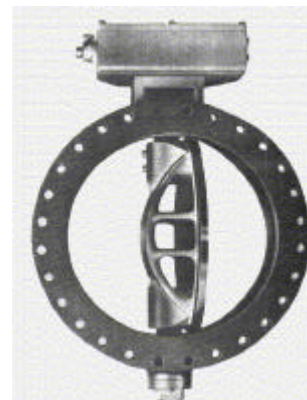
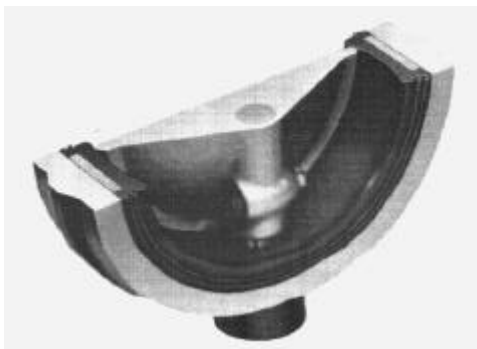


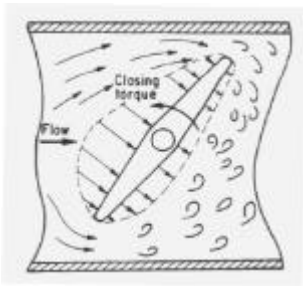
Gráfico de Torque x Abertura da Válvula Borboleta

Para maior estabilidade na operação de estrangulamento, a válvula borboleta não é aberta a um ângulo superior àquele em que a curva muda sua inclinação. Isto limita a abertura máxima em cerca de 75° da vertical. Alguns fornecedores fabricam a válvula de tal maneira que haja o fechamento total do disco com 15° da perpendicular. Isto resulta em uma rotação efetiva de 60°, que é o recomendado. O vazamento normal para uma válvula com disco e sede de metais e em torno de 0,5 a 1% da capacidade total. Sedes de elastômeros dão fechamento estanque.

Entretanto devem ser aplicadas com cuidado em serviços de estrangulamento com atuadores pneumáticos de diafragmas, desde que elas tenham a tendência de emperrar na posição fechada.



Tipos de Assentamento das válvulas Borboletas

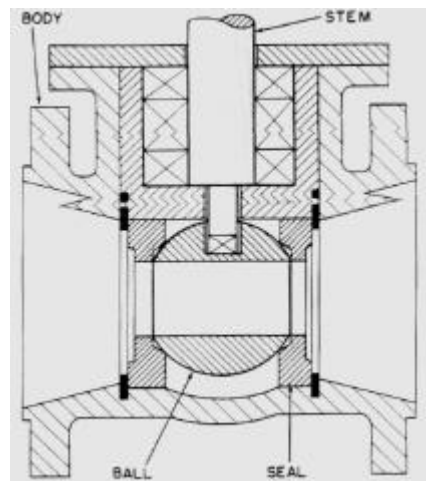
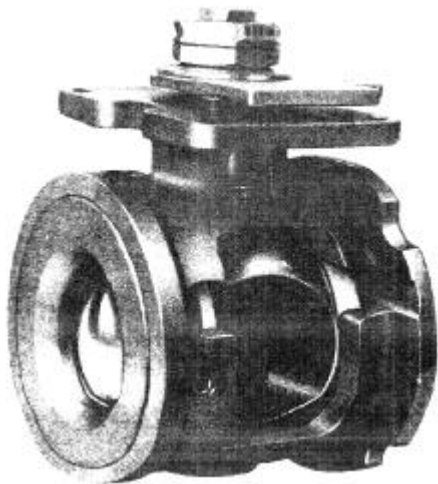


Resistência ao Fluxo, na válvula Borboleta

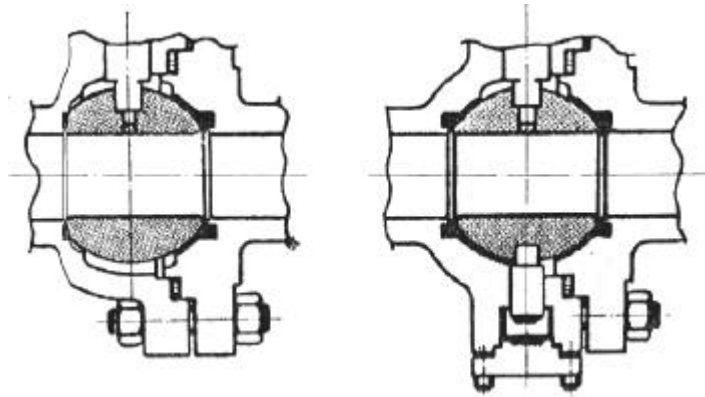
4.2 - VÁLVULA DE CONTROLE ESFERA

Inicialmente a válvula de controle tipo esfera encontrou a sua principal aplicação na indústria de papel e celulose, face às características fibrosas de determinados fluídos nesse tipo de processo industrial. Porém a sua utilização tem apresentado uma crescente introdução em outros tipos de processos, tanto assim que é recomendado para trabalhar com líquidos viscosos, corrosivos e abrasivos além de gases e vapores.

Devido ao seu sistema de assentamento, proporciona uma vedação estanque, constituindo-se numa das poucas válvulas de controle que além de possuir ótimas condições de desempenho de sua principal função, (isto é, prover uma adequada ação de controle modulado) permite, ainda uma total estanqüidade quando totalmente fechada.



O corpo da válvula é do tipo bipartido (para possibilitar a montagem dos internos), sendo que a esfera gira em torno de dois anéis de Teflon (construção padrão) alojados no corpo e que fazem a função de sede. Possibilita a passagem do fluído em qualquer direção sem problemas dinâmicos, e possui um curso total de 90°.



Tipos de guia do obturador na válvula esfera

O seu castelo é integral ao corpo e até 6" é guiada superiormente e na sede; de 8" em diante a guia é superior e inferior e nas sedes.

A válvula esfera é a de todas a de maior capacidade de fluxo, devido a sua passagem ser praticamente livre sem restrições. Em relação ao tipo globo, chega a alcançar de 3 a 4 vezes maior a vazão.

Este tipo de válvula apresenta, (assim como também a válvula borboleta), em função da característica geométrica dos seus internos, uma alta tendência a cavitam e a atingir condições de fluxo crítico à relativos menores diferenças de pressão do que os outros tipos de válvulas.

OBSERVAÇÃO: Cavitação é a transformação de parte do líquido em vapor durante uma rápida aceleração deste através do orifício da válvula, e o subsequente retorno das bolhas de vapor à condição líquida.

Dinamicamente, as forças provenientes do fluido tendem sempre a fechar a válvula e portanto é uma válvula não balanceada, da mesma forma que acontece à válvula borboleta.

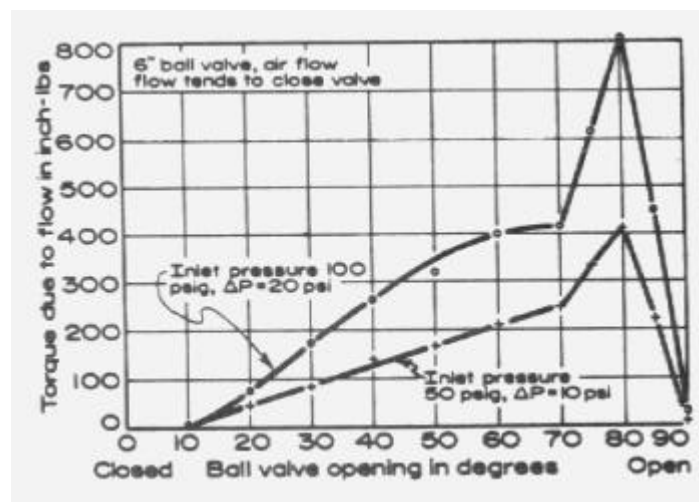
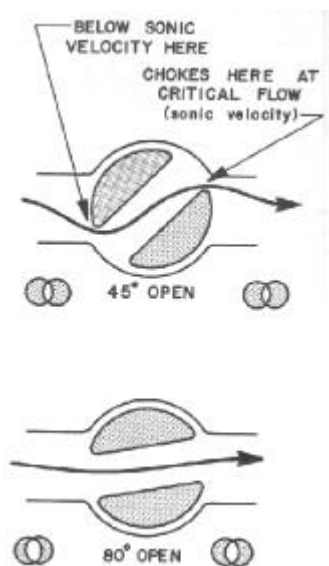
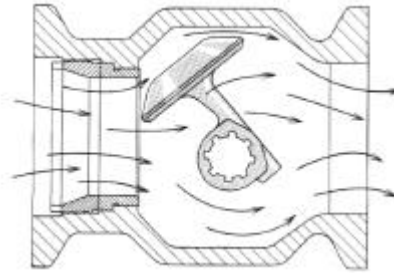


Gráfico do torque vs. abertura da válvula tipo esfera

4.3 - VÁLVULA DE CONTROLE TIPO OBTURADOR ROTATIVO - EXCÊNTRICO

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 auxiliares. Possui corpo, com extremidade sem flanges, classe 600 lbs, sendo fabricada em diâmetros de 1" até 12" . O curso do obturador é de 50° em movimento excêntrico da parte esférica do obturador. Tal particularidade de movimento excêntrico possibilita-lhe um redução do torque de atuação permitindo uma operação mais estável com o fluido entrando na válvula em qualquer sentido.



Válvula Tipo Obturador Rotativo Excêntrico

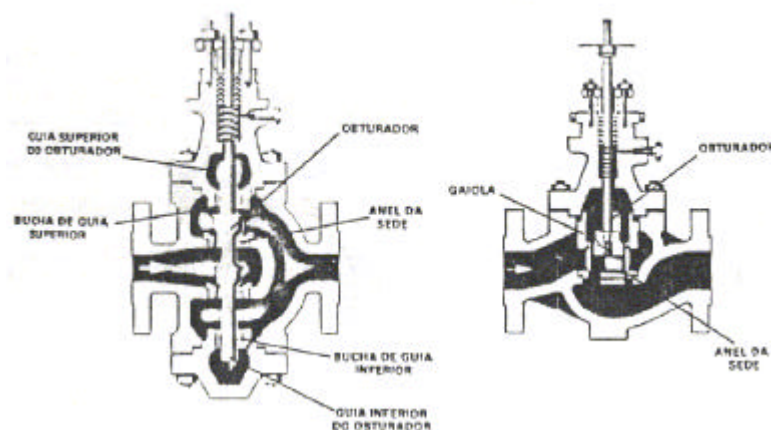
Apresenta, quando totalmente fechada, um índice de vazamento de 0,01% da sua máxima capacidade de fluxo, sendo uma válvula de nível de vazamento **Classe IV** conforme a ANSI B16.104 .

O obturador possui guia dupla possibilitando, desta forma, uma resistência menor à passagem de fluxo do que a apresentada em outros tipos de válvulas de desenho semelhante.

5. 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.



5.1 - OBTURADOR

Elemento vedante, com formato de disco, cilíndrico ou com contorno caracterizado, que se move linearmente no interior do corpo obturando o orifício de passagem de modo a formar restrição variável ao fluxo.

5.1.1 - Tipos de Obturadores

Na válvula globo convencional, quer seja sede simples ou dupla o obturador é o elemento móvel da válvula que é posicionado pelo atuador da válvula para controlar a vazão. Em geral, a ação do obturador pode ser proporcional ou de 2 posições (on-off). Em controle proporcional, o obturador é posicionado em qualquer ponto intermediário entre aberto e fechado, sendo continuamente movido para regular a vazão de acordo com as necessidades do processo.

5.1.2 - Obturadores Torneados

Obturadores duplos torneados devem ser guiados na base e no topo, enquanto válvulas de sede simples podem ser guiados no topo e na base ou somente no topo.



Recomenda-se o uso de Obturadores torneados nos seguintes casos:

- ⇒ Líquidos sujos ou abrasivos
- ⇒ Quando o fluido controlado forma incrustações no plug.

5.1.3 - Obturadores com entalhes em “ V ”

Desde que o obturador com entalhe em ∇ sólido, é projetado para sair inteiramente da sede, eles são feitos com guias na base e no topo. Eles podem ser simples ou duplos. Devido à sua conformação lateral existe uma grande área do obturador sempre em contato com a superfície interna da sede e que possibilita uma menor vazão inicial quanto o obturador torneado, que possui uma vazão inicial maior, quando comparado ao obturador em entalhe em ∇ sólido. Este último apresenta consequentemente maior rangeabilidade.



Em tamanhos maiores (4" e maior) os tipos com saia tendem a vibrar em altas frequências quando sujeitos a altas velocidades de gás ou vapor. Esta vibração pode situar-se na faixa audível, produzindo assobio estridente e desagradável, ou pode ser supersônica. Em qualquer caso, a consequência final poderá ser a quebra das peças da válvula.

Para reduzir a tendência de vibração, costuma-se usar o obturador tipo sólido, entalhe em \underline{V} , que possui maior massa e mais rigidez. São as seguintes as razões para uso do obturador em entalhe em \underline{V} .

- ❶ É o que melhor satisfaz as condições de escoamento percentual que é a característica mais usada.
- ❷ Quando alta rangeabilidade é desejada, pois, este tipo de obturador proporciona vazão inicial menor.

Não deve ser usado

- ❶ Quando o fluido controlado é erosivo ou muito sujo. Os cantos vivos do corte em \underline{V} são atacados ou obstruídos, modificando a característica de controle.
- ❷ Quando o fluido controlado forma incrustações no obturador.

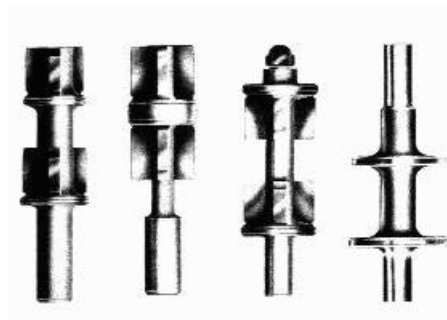
5.1.4 - Obturadores Simples Estriados ou Perfilados

Obturadores simples estriados ou perfilados com guia somente no topo são muito usados em orifícios com diâmetro de 1" ou menos.



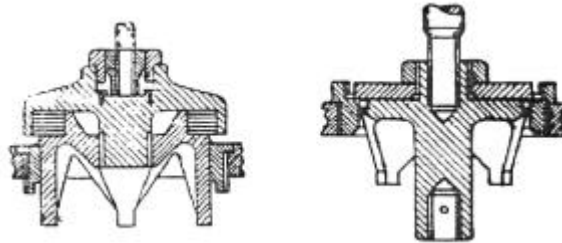
5.1.5 - Obturadores de Abertura Rápida

São usados em controle “ **Tudo ou Nada** “, para fechamento de emergência, descargas, etc.. Podem eventualmente ser empregados em processos simples de alta sensibilidade (faixa proporcional até 5%), sem atraso de resposta, sob condições de carga e pressão estáveis e que exijam controle apenas entre 10 e 70% de abertura da válvula. Um processo com tal característica não é facilmente encontrado.



5.1.6 - Obturadores com Disco ou O-Ring

São usados em distribuição de gás dentro de uma indústria. São feitos, os discos, com borracha, Neoprene, Buna N, Silastic, Teflon, Kel F, Viton ou outro componente elástico e é fornecido com corpo de sede simples ou dupla, para controle proporcional ou tudo ou nada.



Estes tipos de obturadores não são adequados para quedas de pressões superiores a 150 psi e a borracha, Neoprene e Buna N, não são recomendados para temperatura acima de 65°C. Silastic, Teflon ou Kel-F, podem ser usados satisfatoriamente para temperatura tão altas quanto 200°C. O Teflon e o Kel-F são resistentes à toda as corrosões químicas. Estes Obturadores possibilitam absoluta estanqüidade do miolo da válvula.

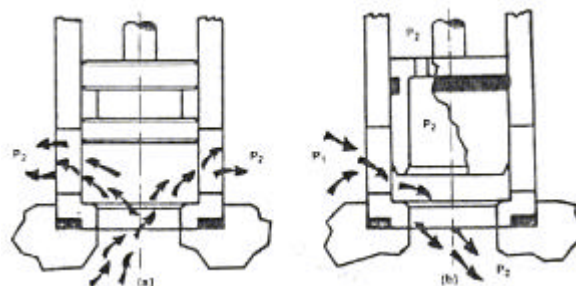
5.2 - OBTURADORES TIPO GAIOLA

Os obturadores tipo gaiola, teve seu início de utilização por volta de 1940 em aplicações de alta pressão como no caso de produção de óleo e gás, alimentação de água de caldeira, etc...

Estando nos internos a única diferença entre as válvulas globo convencional e gaiola, o perfeito tipo de guia do obturador, em conjunto com a possibilidade de balanceamento das forças do fluido agindo sobre o obturador e uma distribuição uniforme do fluxo ao redor do obturador por meio do sistema de janelas, resulta nas 4 principais vantagens deste tipo de obturador:

- ❶ **Estabilidade de controle em qualquer pressão;**
- ❷ **Redução do esforço lateral e atrito;**
- ❸ **Possibilidade de estanqüidade de grandes vazões à altas pressões com atuadores normais;**
- ❹ **Maior vida útil do chanfro da sede.**

O desenho de gaiola caracterizada reduz a erosão separando as área de assentamento e de restrição ou controle fazendo assim com que a sede não esteja numa zona de alta velocidade do fluido.



Princípio de funcionamento da ação de controle (modulação e vedação) dos internos tipo gaiola :

- A- Sede Simples
- B- Balanceada

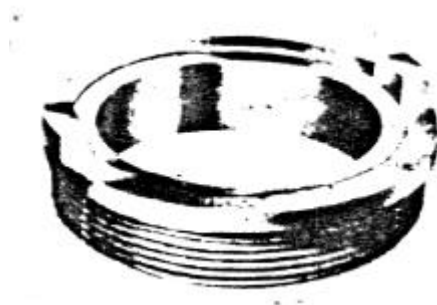
O funcionamento da restrição e modulação provida por este tipo de válvula, é mediante o sistema de gaiola, em cujo interior desloca-se o obturador, como se fosse um pistão de cilindro. A gaiola possui um determinado número de passagens ou janelas, as quais distribuem uniformemente o fluxo ao redor do obturador.

Tais janelas apresentam formatos caracterizados sendo elas, em conjunto com a posição relativa do obturador, que proporcionam a característica de vazão, ao invés de ser o formato do obturador como na globo convencional.



5.3 - ANEL DE SEDE

Anel circular montado no interior do corpo formando o orifício de passagem do fluxo.



Anel sede

6 - CASTELO

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

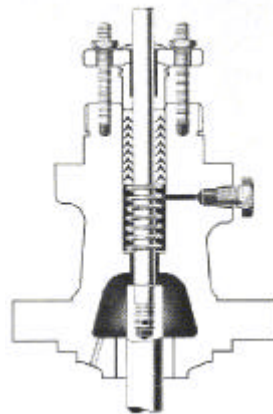
Normalmente o castelo é preso ao corpo por meio de conexões flangeadas e para casos de válvulas globo de pequeno porte, convencionou-se a utilização de castelo roscado devido ao fator econômico, em aplicações de utilidades gerais como ar, água, etc., como é o caso das denominadas válvulas de controle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

6.1 - TIPOS PRINCIPAIS

- ⊙ Normal
- ⊙ Aletado
- ⊙ Alongado
- ⊙ Com foles

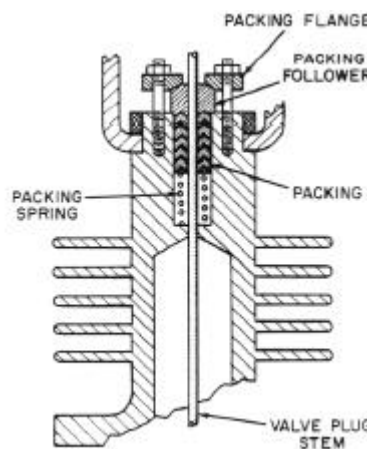
6.2 - CASTELO NORMAL

É o castelo padrão utilizado para as aplicações comuns nas quais a temperatura está entre -18 a 232°C . Esta limitação está imposta pelo material da gaxeta já que a sua localização está bem próxima do flange superior do corpo e portanto bem próxima ao fluido.



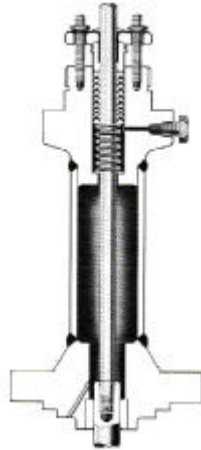
6.3 - CASTELO ALETADO

É usado quando a temperatura do fluido controlado é superior a 200°C . Deve ser suficiente para dar o abaixamento de temperatura indicado ou no máximo de 250°C de resfriamento. No caso da válvula operar vapores condensáveis o aletamento não reduzirá a temperatura abaixo do ponto de saturação do líquido, pois uma vez atingida esta temperatura haverá condensação de vapor e o líquido fluirá para a tubulação, sendo substituída por uma outra porção de vapor com temperatura mais elevada.



6.4 - CASTELO ALONGADO

São usados para prevenir o congelamento das gaxetas em aplicações de baixas temperaturas. Devem ser usadas para temperatura inferiores a 5°C e devem ser suficientemente longos para que a temperatura das gaxetas não vá abaixo de 25°C.



6.5 - CASTELO COM FOLE

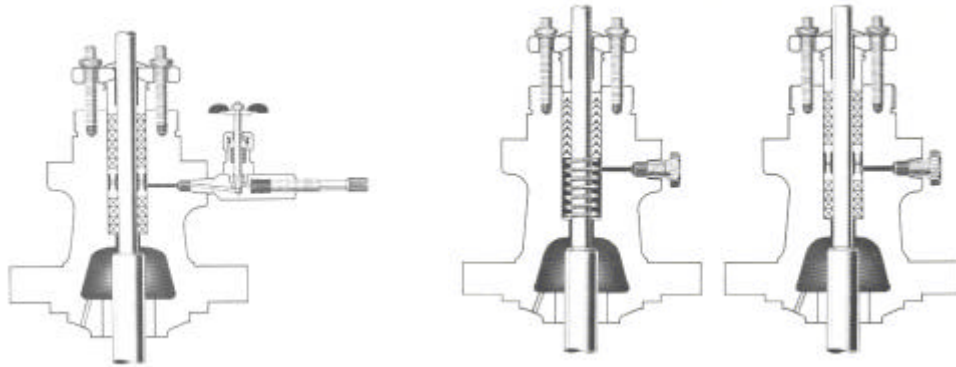
São usados para fluidos radiativos ou tóxicos, servindo como um reforço das gaxetas. O fole é normalmente feito de uma liga resistente à corrosão e devem ser soldados à haste da válvula. Este sistema é limitado a pressões de aproximadamente 600 psi.



7 - CAIXA DE GAXETAS

Construção contida no castelo que engloba os elementos de vedação da passagem do fluido para o exterior através do eixo. A finalidade principal desta parte é impedir que o fluido controlado passe para o exterior da válvula. Serve ainda como guia da haste. Em geral o castelo é ligado por flanges ao corpo da válvula, podendo porém, ser rosqueadas. O castelo flangeado é preferível, do ponto de vista de manutenção e segurança.

De qualquer forma o castelo rosqueado só é aceitável em válvulas de 1/2".



Em válvulas com castelo flangeado, parafusos encastrados são aceitáveis até o padrão ASA 600 lbs. Para pressões maiores, parafusos passantes são recomendados.

A caixa de gaxetas deve comportar uma altura de gaxetas equivalente a seis vezes o diâmetro da haste. Estas gaxetas são apertadas por uma sobrepostas que poderá ser rosqueada ou flangeada.

Por motivos de segurança, a **sobreposta flangeada** é a **mais recomendada**, por permitir melhor distribuição de tensões sobre a haste e pelo perigo potencial que a sobreposta rosqueada oferece quando número insuficiente de fios estão engajados.

8 - GAXETAS

Principais características do material utilizado para a gaxeta:

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

Os principais materiais de gaxetas são: **Teflon e amianto impregnado.**

8.1 - 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 visto na tabela a seguir.

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.

8.2 - AMIANTO IMPREGNADO

É ainda um material de gaxeta bastante popular devido às características adicionadas às de alguns aditivos e à facilidade de manutenção e operação. Não sendo auto-lubrificante, 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 a seguir. Este tipo de gaxeta é

do tipo quadrada e comprimida por meio de prensa gaxeta. Requer lubrificação externa, com exceção ao amianto impregnado com Teflon.

Material da gaxeta	Serviço	Pressões	Lubrificação	Tipos de Castelo		
				Normal	Longo	Extra Longo
Teflon	Limitado àqueles fluídos 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	-45 à 430	-268 à 430
Amianto c/ Teflon	Todo exceto Alcális quentes e ácido hidrófluorídrico quente	Líquidos e Gases secos - 6000 psi Vapor - 250 psi	Opcional, porém recomendada	-18 à 232	-45 à 430	-268 à 430
Amianto Grafitado com fios de Inconel	Vapor ou Petróleo	Qualquer fluído - 6000 psi	Sim	-18 à 232	-45 à 540	-45 à 540

Limite de Temperatura para os diversos materiais da gaxeta, em função do tipo de castelo

Recentemente surgiu um novo material de gaxeta denominado de **Grafoil**. Trata-se de material à base de grafite e comercializado em fitas flexíveis de vários tamanhos. É um material praticamente inerte quimicamente e suporta temperaturas altíssimas (o ponto de volatilização é de 3650°C). 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 compactá-la formando diversos anéis.

9 - CARACTERÍSTICAS DE VAZÃO

9.1 - INTRODUÇÃO

A escolha da adequada **característica de vazão** de uma válvula de controle, em função da sua aplicação em um determinado processo, continua sendo um assunto não somente bastante complexo, como principalmente muito controvertido. Inúmeros trabalhos publicados por eminentes pesquisadores sobre o assunto não foram o suficiente para termos uma solução teórica, digna de total crédito. Os problemas a serem resolvidos são realmente complexos começando pelo próprio dilema de qual deve ser a fração da queda de pressão total do sistema que deve ser absorvida pela válvula de controle. E ainda, face às interferências instaladas no sistema, como a própria **tubulação, desvio, reduções, equipamentos, malha de controle, etc.**

O objetivo agora é o de definir diversos parâmetros principais, explicar as suas diferenças e dar algumas regras práticas que possam auxiliar na escolha da correta característica de vazão de uma válvula de controle.

Porém salientamos que a seleção da característica de vazão de uma válvula não é um problema apenas relativo à válvula mas também ao **sistema de controle completo e instalação.**

9.2 - CARACTERÍSTICA DE VAZÃO

Como tivemos a oportunidade de observar no item referente aos internos da válvula, o obturador, conforme desloca-se, produz uma área de passagem que possui uma determinada relação característica entre a fração do curso da válvula e a

correspondente vazão que escoar através da mesma. A essa relação deu-se o nome de **característica de vazão** da válvula.

Por outro lado, sabemos também que, a vazão que escoar através de uma válvula varia com a pressão diferencial através dele e portanto tal variação da pressão diferencial deve afetar a característica de vazão. Assim sendo, definem-se dois tipos de características de vazão:

Inerente Instalada

A **característica de vazão inerente**, é definida como sendo a relação existente entre a vazão que escoar através da válvula e a variação percentual do curso, quando se mantém constante a pressão diferencial através da válvula. Em outras palavras, poderíamos dizer que se trata da relação entre a vazão através da válvula e o correspondente sinal do controlador, sob pressão diferencial constante, através da válvula.

Por outro lado, a **característica de vazão instalada** é definida como sendo a real característica de vazão, sob condições reais de operação, onde a pressão diferencial não é mantida constante.

Do fato da pressão diferencial, através da válvula num determinado sistema de controle de processo, nunca manter-se constante, temos que, quando da seleção da característica de vazão, pensar na **característica de vazão instalada**. As características de vazão fornecidas pelos fabricantes das válvulas de controle são **inerentes**, já que não possuem condições de simular toda e qualquer aplicação da válvula de controle.

A **característica de vazão inerente** é a teórica, enquanto que, a **instalada** é a prática.

9.3 - ALCANCE DE FAIXA DA VÁLVULA

O alcance de faixa de uma válvula, pode ser definido como sendo a relação entre a máxima e mínima vazões controláveis. Ele é obtido dividindo-se o coeficiente de vazão (em porcentagem) mínimo efetivo ou utilizável pelo coeficiente de vazão (em porcentagem) máximo efetivo ou utilizável.

Da mesma forma que a característica de vazão, o **alcance de faixa** se **define como alcance de faixa inerente e alcance de faixa instalado**.

O **alcance de faixa inerente** é determinado em condições de queda de pressão constante através da válvula, enquanto que, o **alcance de faixa instalado** obtém-se em queda de pressão variável.

O **alcance de faixa inerente** varia de válvula para válvula em função do estilo do corpo. Na **válvula globo** é da ordem de 50:1, na **esfera** de 50:1 até 100:1, na **borboleta** 20:1, etc..

O alcance de faixa instalado pode também ser definido como sendo a relação entre o alcance de faixa inerente e a queda de pressão.

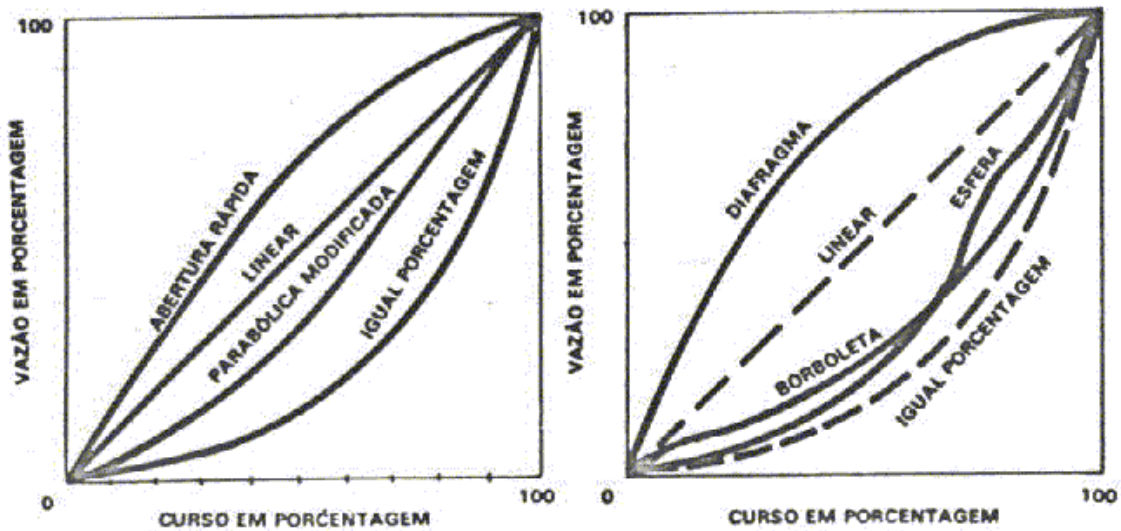
9.4 - CARACTERÍSTICAS DE VAZÃO INERENTES

A característica de vazão é proporcionada pelo formato do obturador (caso das válvulas globo convencionais), ou pelo formato da janela da gaiola (caso das válvulas tipo gaiola) ou ainda pela posição do elemento vedante à sede (caso das válvulas borboletas e esfera).

Existem basicamente quatro tipos de características de vazão inerentes:

- a) **Linear;**
- b) **Igual porcentagem (50:1);**
- c) **Parabólica modificada e**

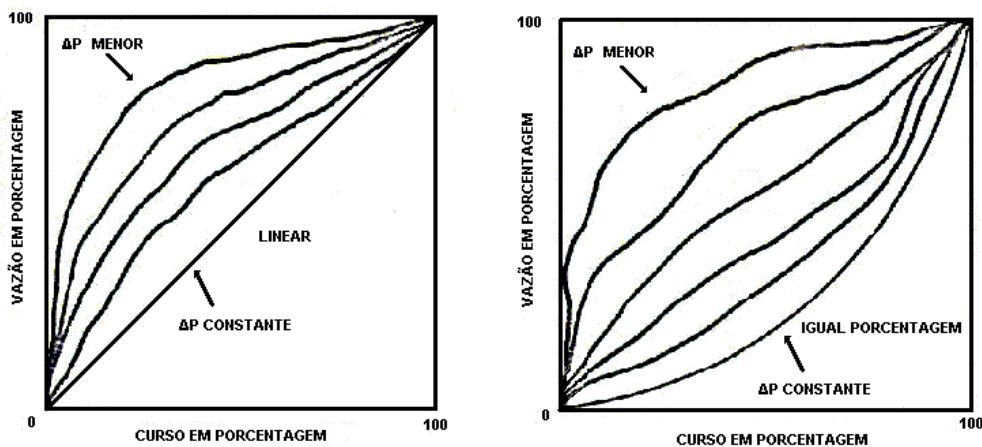
d) **Abertura rápida.**



9.5 - CARACTERÍSTICA DE VAZÃO INSTALADA DAS VÁLVULAS DE CONTROLE

A característica de vazão instalada é definida como sendo a real característica de vazão, sob condições reais de operação, onde a pressão diferencial não é mantida constante. De fato a pressão diferencial num determinado sistema de controle de processo, nunca mantém-se constante. As características de vazão fornecidas pelos fabricantes das válvulas de controle são inerentes, já que não possuem condições de simular toda e qualquer aplicação da válvula de controle. A característica de vazão inerente é teórica, enquanto que a característica de vazão instalada é a real.

Instalada a válvula de controle de processo, a sua característica de vazão inerente sofre profundas alterações. O grau de alteração depende do processo em função do tipo de instalação, tipo de fluido, etc. Nessa situação a característica de vazão inerente passa a denominar-se característica de vazão instalada. Dependendo da queda de pressão através da válvula e a queda de pressão total do sistema, a característica de vazão pode alterar-se consideravelmente e, o que é mais interessante, é que se a característica de vazão inerente for linear, esta tende a abertura rápida, enquanto que as características inerentes igual porcentagem, tendem a linear conforme podemos ver pelas figuras a seguir.



10 - COEFICIENTE DE VAZÃO (CV)

O termo CV , por definição , é a quantidade de água a 60 ° F medida em galões , que passa por uma determinada restrição em 1 minuto , com uma perda de carga de 1 psi .

Ex : Uma válvula de controle com CV igual a 12 , tem uma área efetiva de passagem quando totalmente aberta , que permite o escoamento de 12 GPM de água com uma pressão diferencial de 1 psi .

Basicamente é um índice de capacidade , com o qual estimamos rápida e precisamente o tamanho requerido de uma restrição em um sistema de escoamento de fluidos .

11 – POSICIONADORES

É o dispositivo que trabalha em conjunto com o atuador da válvula de controle para posicionar corretamente o obturador em relação a sede da válvula . O posicionador compara o sinal emitido pelo controlador com a posição da haste da válvula e envia ao atuador da válvula a pressão de ar necessária para colocar o obturador na posição correta .



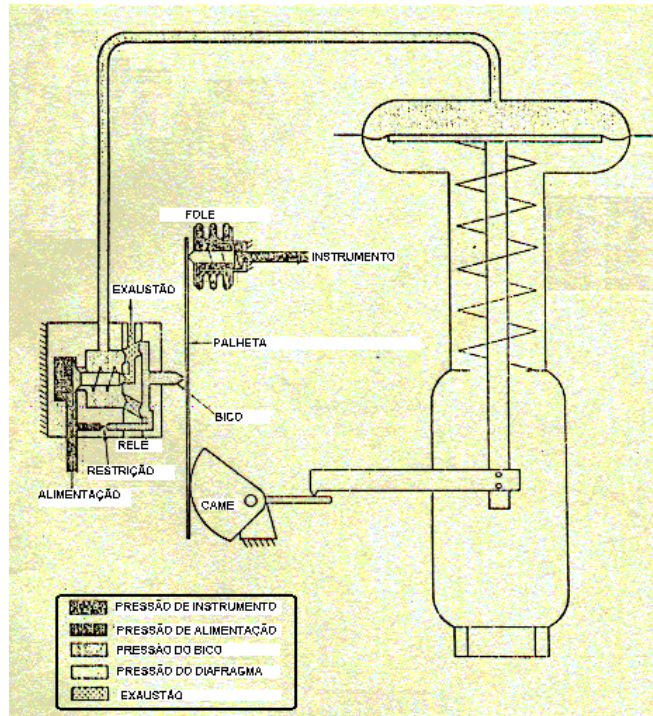
11.1 - PRINCIPAIS APLICAÇÕES DO POSICIONADOR EM VÁLVULAS

- Diminuir o atrito na haste da válvula quando a gaxeta é comprimida com grande pressão , para evitar vazamento do fluido .
- Para válvulas de sede simples , recoloca a válvula na abertura correta , quando a pressão exercida no obturador variar .
- Modificar o sinal do controlador . O posicionador , por exemplo , recebe um sinal de 3 a 15 psi do controlador e emite um sinal de 6 a 30 psi para o atuador .
- Aumentar a velocidade de resposta da válvula . Usando-se um posicionador , eliminam-se : os atrasos de tempo provocados pelo comprimento e diâmetro dos tubos de ligação entre a válvula e o controlador e volume do atuador .
- Inverter a ação do controlador .

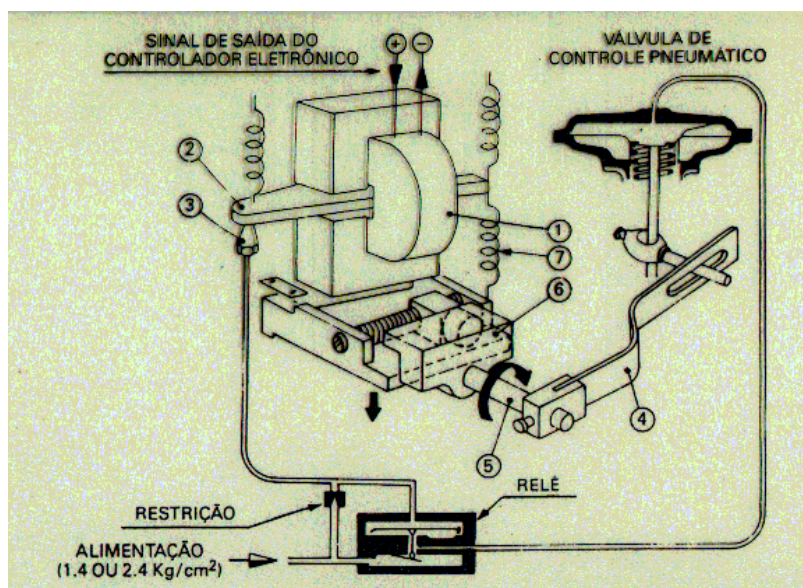
11.2 - LIMITAÇÕES DO USO DO POSICIONADOR

As aplicações acima são muito usadas, entretanto, em processos rápidos, o uso do posicionador pode ser prejudicial para a qualidade do controle, principalmente no controle de vazão. Quando necessário, podem ser usados boosters para pressão ou volume ao invés do posicionador.

11.2.1 – Exemplo de posicionador pneumático



11.2.2 – Exemplo de posicionador eletropneumático



11.3 - POSICIONADOR INTELIGENTE

O posicionador inteligente é um equipamento de última geração microprocessado e totalmente programável.

Uma das diferenças entre os posicionadores inteligentes e os outros é a eliminação do link mecânico, sendo que a realimentação, ou seja, a posição da haste da válvula de controle é feita através do efeito "Halls" (campo magnético).

Existem basicamente três formas de programar o instrumento: localmente no seu visor, através de um Hand Held (programador) ou através de um software de programação.

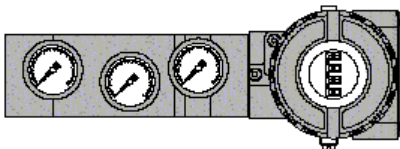
O posicionador inteligente permite através de sua programação obtermos as seguintes informações:

- Leitura da posição da válvula, sinal de entrada e pressão no atuador
- Comandos de posição da válvula, configuração e auto calibração
- Auto ajustes
- Tempo de fechamento e abertura, No. de ciclos
- Gráficos de pressão x posição
- Histórico da configuração
- Caracterização de fluxo através do programa de came: linear, abertura rápida etc
- Limites de posição

11.3.1- Vantagens do posicionador inteligente

A seguir citamos algumas vantagens dos posicionadores inteligentes:

- Eleva a confiança nas manutenções preventivas
- O melhor posicionamento e controle dinâmico da válvula aumenta o rendimento do processo.
- Reduz as variações no processo
- Calibração, configuração e gerenciamento do posicionador dentro da sala de controle
- Posicionamento e resposta da válvula melhorados



EXERCÍCIOS

1- Qual o nome do elemento final de controle que atua como um orifício ou restrição variável numa tubulação, regulando a quantidade de vazão da variável a ser controlada ?

2- Quais as 2 partes principais de uma válvula de controle ?

3- Qual a função do atuador ?

4- Cite três tipos de atuadores.

5- Quais são as partes que compõe o corpo da válvula ?

6- Cite três válvulas de deslocamento linear .

7- Cite três válvulas de deslocamento rotativo .

8- Defina o que é uma válvula de deslocamento linear.

9- Qual é o valor máximo de vazamento permitido na válvula globo sede simples com assento metal-metal ?

10- Como deve ser o sentido do fluxo na válvula globo sede simples ?

11- Qual é o valor máximo de vazamento permitido na válvula globo sede dupla ?

12- Por que o vazamento é maior na válvula globo sede dupla ?

13- Quais são as vantagens da válvula globo tipo gaiola ?

14- Qual é o valor máximo de vazamento permitido na válvula gaiola não balanceada ?

15- Qual o sentido do fluxo na válvula gaiola balanceada ?

16- Qual o máximo vazamento da válvula gaiola balanceada ?

17- No que consiste a válvula tipo diafragma ?

18- Quais são as desvantagens da válvula tipo diafragma ?

19- Qual a principal aplicação da válvula de controle tipo guilhotina ?

20- No que consiste a válvula borboleta ?

21- Qual é o tipo de vedação na válvula borboleta com sede de elastômeros ?

22- Qual é o tipo de vedação na válvula esfera ?

23- Como é o corpo da válvula esfera ?

24- Qual o índice de vazamento da válvula tipo obturador rotativo excêntrico ?

25- Qual a função dos internos das válvulas ?

26- Cite três tipos de obturadores.

27- Cite as vantagens do obturador tipo gaiola.

28- Defina o castelo da válvula de controle.

29- Cite os principais tipos de castelo.

30- Qual é o tipo de castelo utilizado nas aplicações mais comuns ?

31- Qual é o tipo de castelo utilizado em altas temperaturas ?

32- Qual é o tipo de castelo utilizado para baixas temperaturas ?

33- Qual é o tipo de castelo que é utilizado em fluídos tóxicos ou corrosivos ?

34- Qual a finalidade principal da caixa de gaxetas ?

35- Quais são os principais materiais utilizados nas gaxetas ?

36- Quais são os dois tipos de característica de vazão ?

37- Defina a característica de vazão inerente.

38- Defina a característica de vazão instalada.

39- Cite quatro tipos de característicos de vazão inerentes.

40- Defina o que é o CV de uma válvula de controle.

41- Defina o que é um posicionador.

42- O que o posiconador compara ?

43- Cite as principais aplicações do posicionador.

44- Cite qual é a limitação do posicionador.

45- Qual é a diferença entre o posicionador inteligente e os outros ?

46- Quais são as possíveis maneiras de se programar o posicionador inteligente ?

47- Cite três informações que podemos obter quando utilizamos o posicionador inteligente.

48- Cite três vantagens do posicionador inteligente.