



INSTITUTO FEDERAL
CATARINENSE

Válvulas de Controle

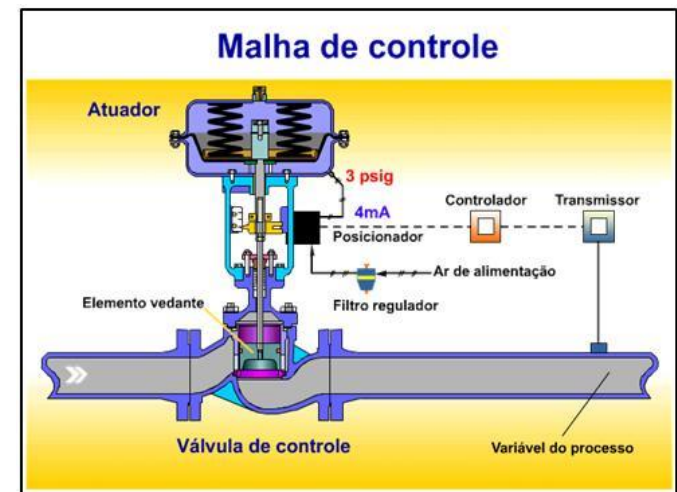
Prof. Giovanni Pasetti

Válvulas de Controle

A válvula de controle desempenha um papel importante nos processos que dependem do controle de líquidos, gases e vapores.

Os elementos finais de controle, que têm na válvula seu principal representante, são os responsáveis pela manipulação do fluxo de matéria ou energia.

A finalidade é atuar no processo de modo a corrigir o valor da variável controlada sempre que houver algum desvio em relação ao valor desejado.



Válvulas de Controle

Apesar de largamente utilizada, a válvula de controle é o elemento que normalmente recebe menos atenção dentro da malha de controle.



Na maioria dos casos a válvula de controle é o componente mais sujeito a condições severas de pressão, temperatura, corrosão, erosão, etc. Mesmo assim, deve operar de modo satisfatório, para não comprometer o controle do processo.

Uma válvula de controle funciona como uma resistência variável na tubulação e é definida por alguns como sendo um orifício de dimensões variáveis.

Válvulas de Controle

Componentes

Uma válvula de controle divide-se nas seguintes partes:

1) Atuador

3) Castelo

2) Corpo e internos



Válvulas de Controle

1) Atuador

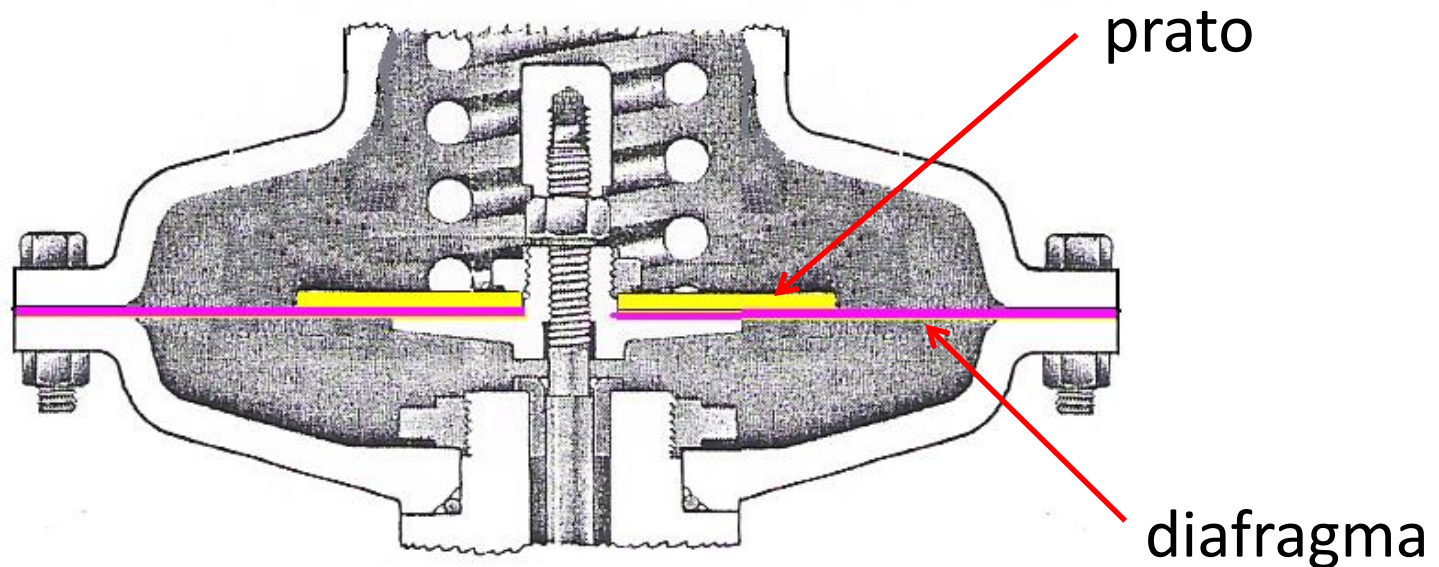
É a parte da válvula de controle que fornece a força com que a válvula realiza o seu trabalho.

O atuador mais aplicado industrialmente é do tipo diafragma e consiste numa câmara bipartida que contém um diafragma flexível.



Válvulas de Controle

Em uma das partes desta câmara o atuador recebe o sinal de controle pneumático e na outra parte, o diafragma é fixado a um prato, onde se apoiam uma haste e a mola (ou molas).



Válvulas de Controle

Quando é aplicado o sinal de controle (ar pneumático), a força produzida pela pressão na câmara se opõem à força gerada pela mola, a qual limita o curso e regula a posição da haste.

Assim este tipo de atuador transforma a pressão de ar aplicada num movimento de translação.

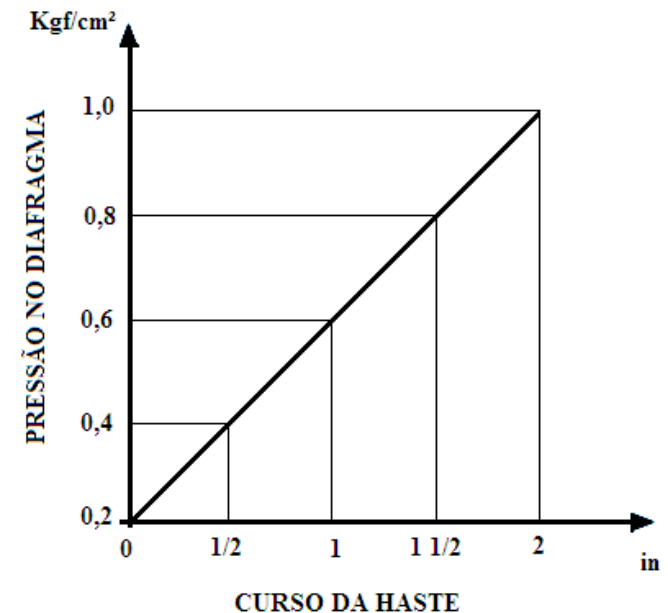
A faixa de pressão com que cada atuador trabalha varia conforme modelo e fabricante. A maioria opera numa faixa de 3 a 15 PSI (0,2 a 1,0 Kgf/cm²).



Válvulas de Controle

Desta forma, na especificação de uma válvula de controle, um dos valores que se deve especificar é a pressão de ar de acionamento disponível na planta para que sejam definidas as dimensões do atuador em função das forças necessárias a sua operação.

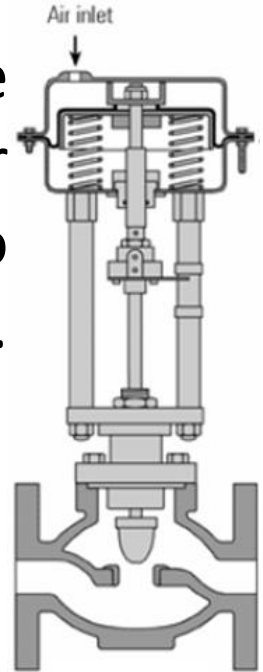
O sistema de atuação das válvulas de controle, transforma pressão de ar em força aplicada ao diafragma, existindo uma relação praticamente linear entre a pressão de ar de atuação e o deslocamento da haste.



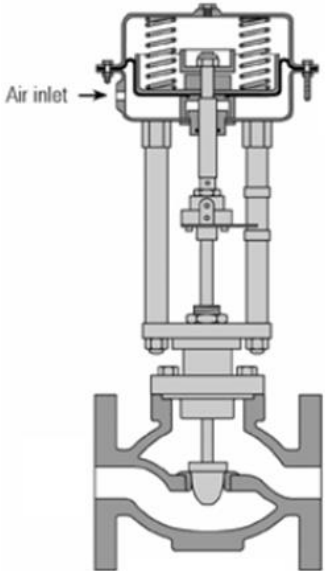
Válvulas de Controle

A ação dos atuadores podem ser do tipo direta ou inversa.

Em um atuador de **ação direta**, a válvula de controle fecha com o aumento da pressão de ar (AF). Assume a posição totalmente aberta em caso de falha de suprimento de ar (NA ou FA/FO).



Em um atuador de **ação indireta**, a válvula de controle abre com o aumento da pressão de ar (AA). Assume a posição totalmente fechada em caso de falha de suprimento de ar (NF ou FF/FC).



Válvulas de Controle

Esses atuadores destinam-se ao acionamento de válvulas com curso linear, normalmente válvulas do tipo globo.

As válvulas do tipo esfera ou borboleta, cujo movimento é rotativo, necessitam atuadores que produzam deslocamentos angulares, cujo movimento é transmitido ao eixo da válvula.



Válvulas de Controle

Os atuadores podem ser também do tipo pistão, empregados principalmente para o bloqueio de fluxo. Podem ser tanto pneumáticos como hidráulicos.

Os atuadores elétricos com motoredutor são normalmente empregados em casos específicos ou em válvulas de grande diâmetro onde não é possível o emprego de atuadores pneumáticos.



Válvulas de Controle

Destacam-se ainda os atuadores manuais que podem ser do tipo volante com hastes roscadas destinados a regulagem manual do fluxo.



Os atuadores manuais podem ser acionados também por meio de alavanca com $\frac{1}{4}$ " de volta para fechamento rápido.

Em tubulações maiores utiliza-se atuadores por meio de volante com caixa de redução.



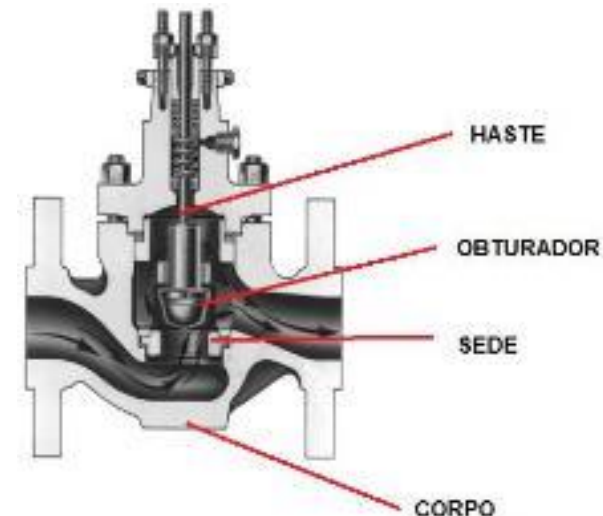
Válvulas de Controle

2) Corpo e internos

O fluido de processo passa pelo corpo da válvula, sendo que o obturador (plug) é o elemento móvel da válvula, responsável por restringir a vazão.

O formato do obturador determina a relação entre a abertura da válvula e a vazão correspondente, dando origem a **característica de vazão** da válvula de controle.

O tipo de corpo mais frequentemente utilizado é o da válvula globo de sede simples.



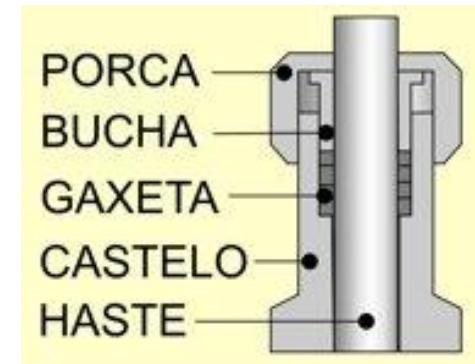
Válvulas de Controle

3) Castelo

O castelo é a parte da válvula que conecta o atuador ao corpo da válvula, guiando a haste da mesma e alojando o sistema de selagem do fluido de processo.

No caso das válvulas globo, como a haste é deslizante, há a necessidade de uma selagem desta haste através do sistema de engaxetamento.

O engaxetamento constitui-se de anéis e acessórios em torno da haste, com a função de fixar o sistema ao castelo, de modo a se evitar o vazamento do fluido de processo.



Válvulas de Controle

Coeficiente de Vazão (Cv)

Trata-se de um índice que traduz a capacidade de uma válvula de controle com base em testes de bancada.

O coeficiente de vazão (Cv) da válvula é definido como a vazão de água que passa pela válvula, em **galões por minuto (gpm)**, quando a queda de pressão através da mesma for de **1 psi**, a uma temperatura de **60°F (15,56°C)**.

Válvulas de Controle

Características inerente e instalada

A característica inerente se refere a característica projetada da válvula (fora do processo), considerando um diferencial de pressão constante durante sua operação.

A característica instalada se refere operação real da válvula, com um diferencial de pressão variável ocasionado pelas diversas influências do processo.

É muito difícil prever o comportamento da válvula instalada, sendo normal uma diferença entre a característica real e inerente da válvula.

Válvulas de Controle

Rangeabilidade da válvula

A rangeabilidade é definida como a razão entre a máxima e a mínima vazão **controlável** (rangeabilidade inerente).

Exemplo: Se uma válvula pode controlar a vazão de 20 l/h até 1000 l/h, então a sua rangeabilidade será de 50:1.

Em condições reais, dificilmente se atinge a rangeabilidade inerente, pois não é possível manter a estabilidade, controlando a vazão próximo aos extremos do curso da válvula.

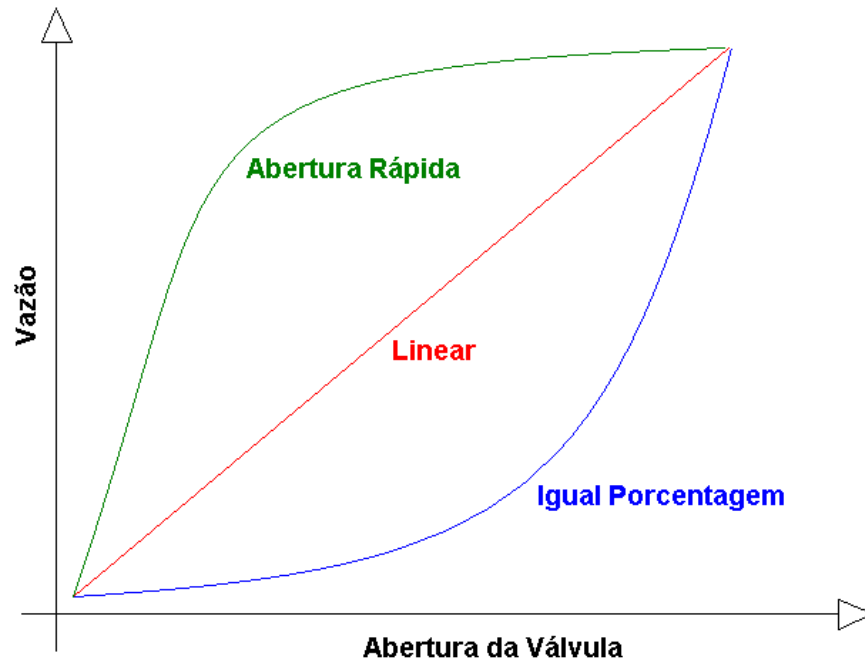
Nesta condição da válvula instalada, a relação entre a máxima e mínima vazão controlável é conhecida como “*turndown*”.

Válvulas de Controle

Característica de vazão da válvula

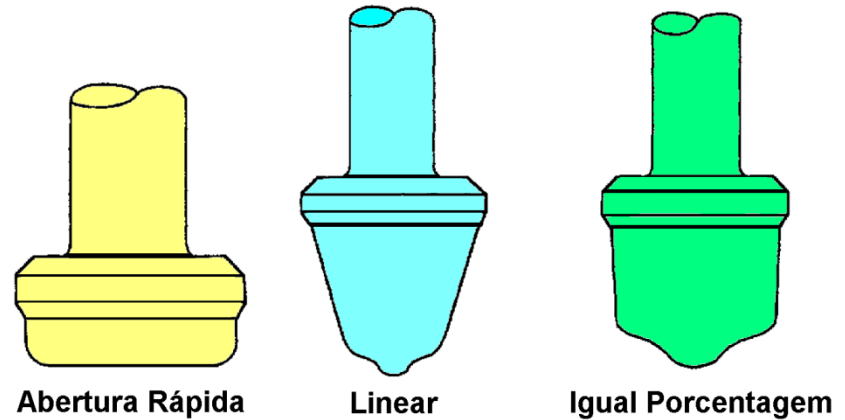
A característica de vazão da válvula de controle é definida como a relação entre a **abertura da válvula** e a **vazão**.

A curva característica de vazão de uma válvula é sempre definida em bancada, ou seja de forma inerente.



Válvulas de Controle

A característica da válvula depende tipicamente do formato do contorno do obturador (plug).



Para válvulas do tipo gaiola, o interno chamado de gaiola também define a característica da válvula.

Válvulas de Controle

Na válvula de abertura rápida, existe uma grande variação da vazão para uma pequena abertura no início da faixa.

Este tipo de válvula possibilita a passagem de quase a totalidade da vazão nominal com apenas uma abertura de 25% do curso total.

Não é adequada para controle contínuo, sendo aplicada geralmente em controle do tipo *on-off*.

A curva característica desta válvula não é definida em norma podendo haver variações entre modelos e fabricantes.

Válvulas de Controle

Na válvula **linear**, a vazão é diretamente proporcional a sua abertura.

Possui ganho constante em todas as vazões, independente do ponto de operação.

Teoricamente é a melhor curva para controle, porém na prática é muito provável que seu comportamento linear inerente não seja mantido e por isso seu uso é restrito.

Utilizada normalmente para controle de nível, controle de pressão de fluidos compressíveis e em sistemas onde a perda de carga na válvula seja elevado (cerca de 40% ou mais da perda de carga total do sistema).

Válvulas de Controle

Na válvula igual porcentagem, iguais variações na abertura da válvula correspondem a iguais porcentagens na variação de vazão (vai depender da rangeabilidade da válvula).

Possui uma variação de vazão muito pequena no início de sua abertura e muito alta na próxima da abertura total.

Esta válvula perde sua característica inerente quando instalada no processo, aproximando-se geralmente da linear.

Utilizada normalmente no controle de pressão de líquidos, em processos rápidos e quando não se conhece muito bem a dinâmica do processo.

Válvulas de Controle

A curva característica da válvula igual porcentagem (definida de acordo com a sua rangeabilidade), é calculada pela seguinte equação:

$$Q_v = \frac{e^{\ln(R) \cdot H}}{R} \cdot Q_{\max}$$

Q_v = vazão volumétrica

R = rangeabilidade

H = abertura da válvula (de 0 à 1)

Q_{\max} = vazão volumétrica máxima

Válvulas de Controle

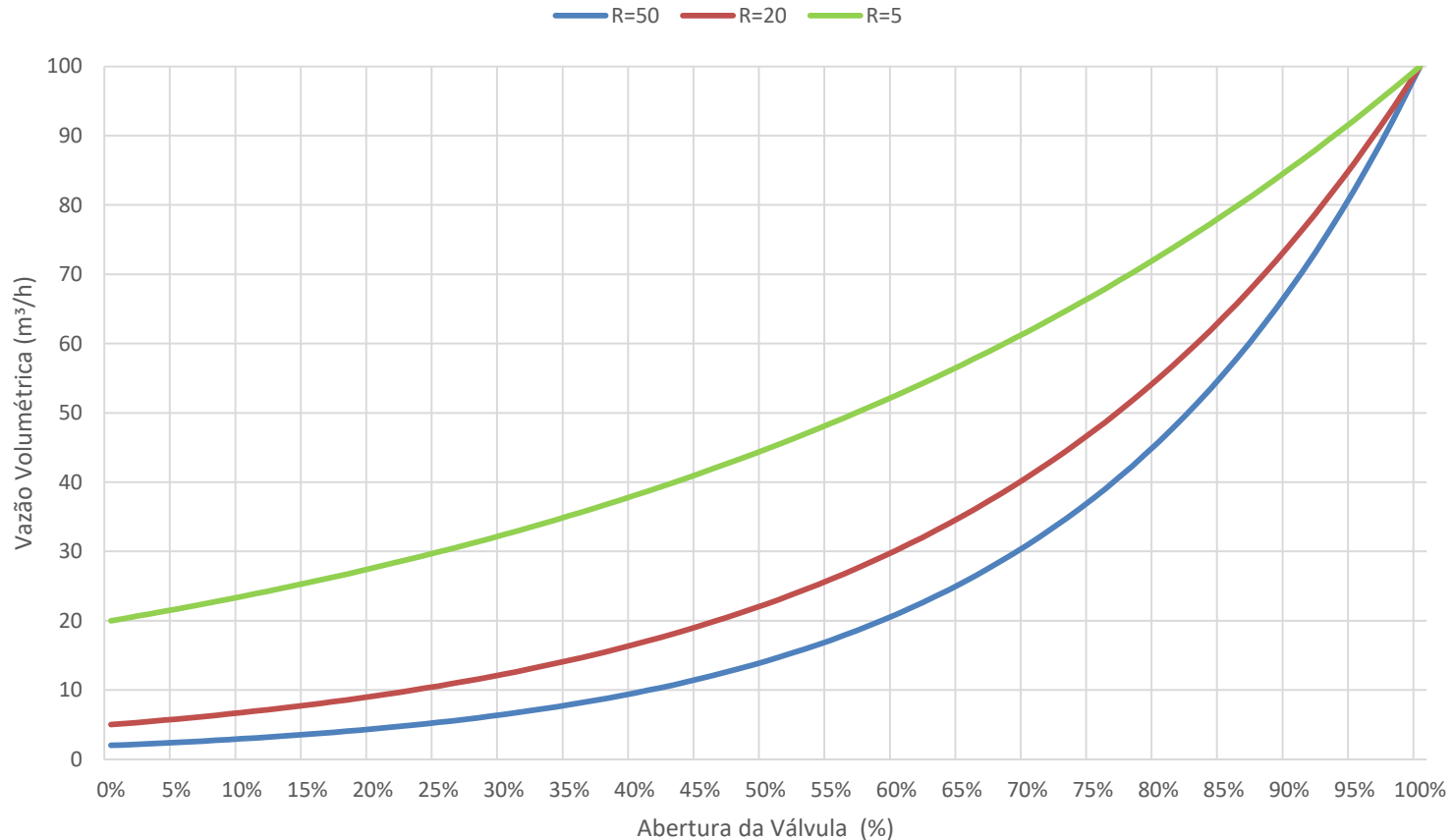
Características de vazão para as rangeabilidades 50:1, 20:1 e 5:1 :

Rangeabilidade	50	20	5
Incremento na Vazão	48%	35%	17%
Abertura da válvula	Vazão Volumétrica (m ³ /h)		
0%	2,00	5,00	20,00
10%	2,96	6,75	23,49
20%	4,37	9,10	27,59
30%	6,47	12,28	32,41
40%	9,56	16,57	38,07
50%	14,14	22,36	44,72
60%	20,91	30,17	52,53
70%	30,92	40,71	61,70
80%	45,73	54,93	72,48
90%	67,62	74,11	85,13
100%	100,00	100,00	100,00
Turndown (10%-80%)	15,46	8,14	3,09

Teoricamente a válvula igual porcentagem nunca veda totalmente, porém na prática o projeto garante a sua vedação.

Para uma operação onde a controlabilidade real está entre 10% e 80%, o *turndown* da válvula diminui em relação a rangeabilidade inerente.

Válvulas de Controle

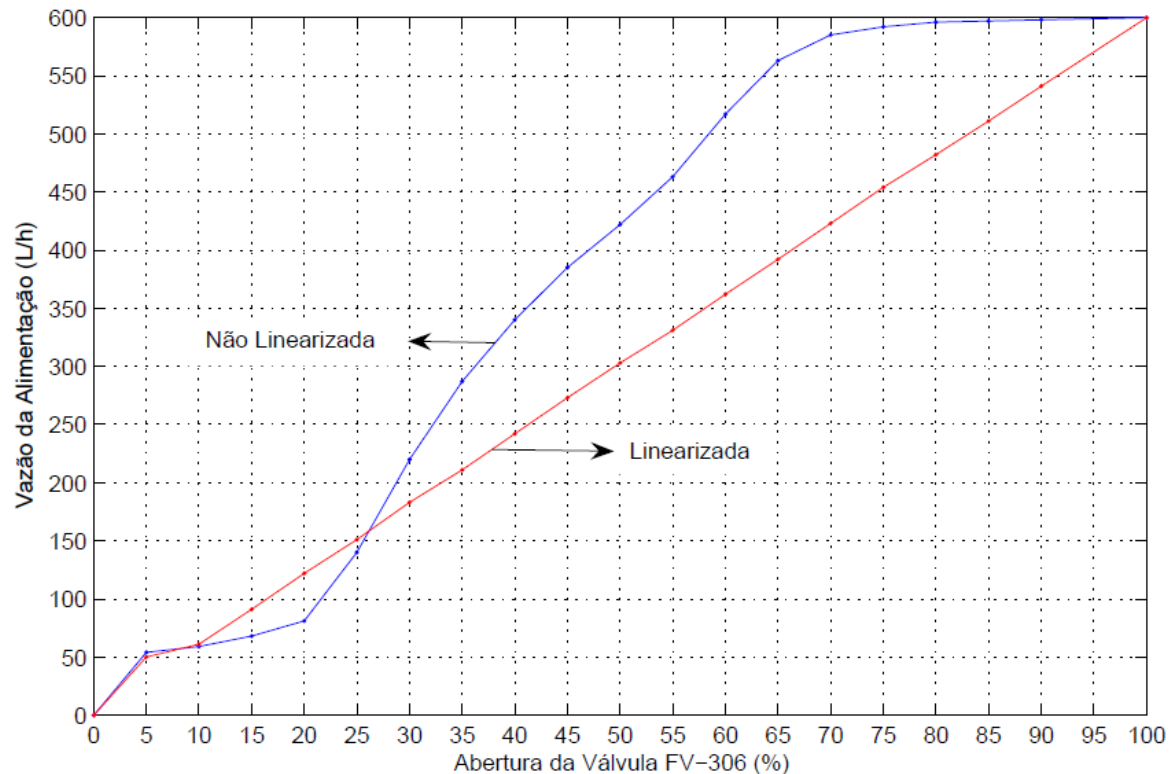


Características de vazão teóricas para as rangeabilidades 50:1, 20:1 e 5:1.

Válvulas de Controle

Linearização

Na prática, a maioria dos processos é não linear, porém é possível determinar uma faixa de operação em que a relação entre a vazão e a posição da haste seja linear, ou até mesmo linearizar a curva através de software.



Válvulas de Controle

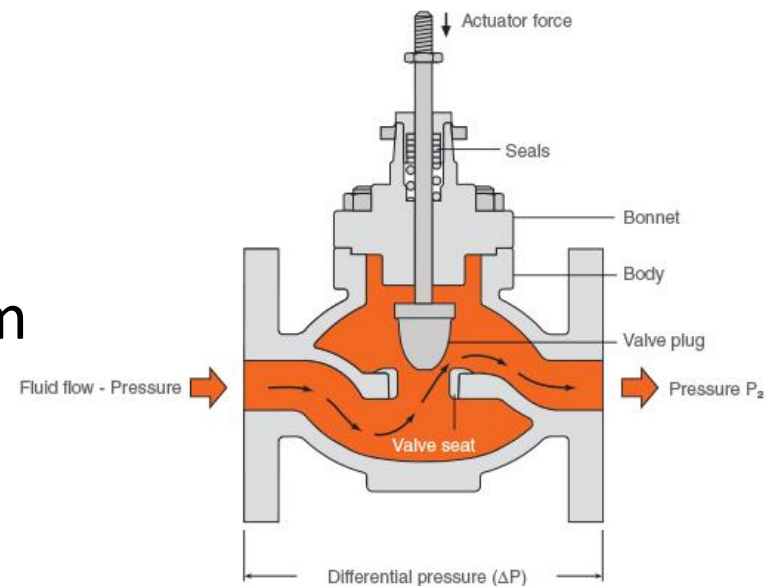
Válvulas Globo

São as válvulas de controle mais frequentemente utilizadas.

São aplicadas em fluidos limpos e isentos de sólidos, pois podem danificar os internos comprometendo seu fechamento.

Podem ser de sede simples ou dupla.

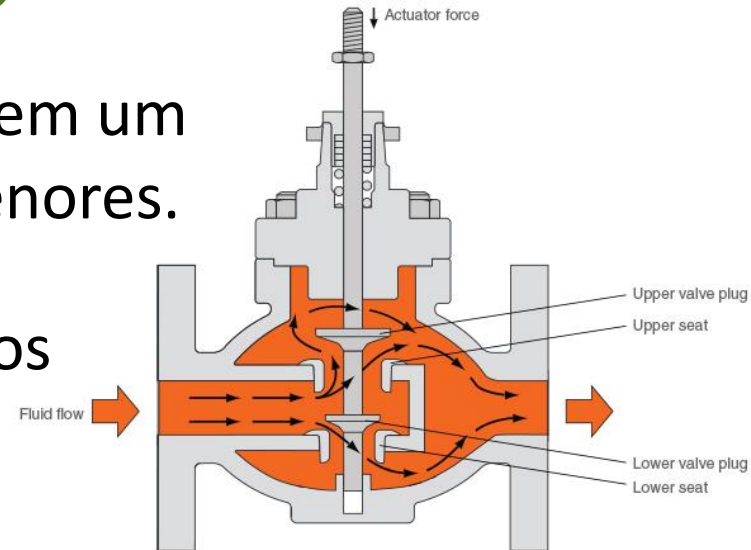
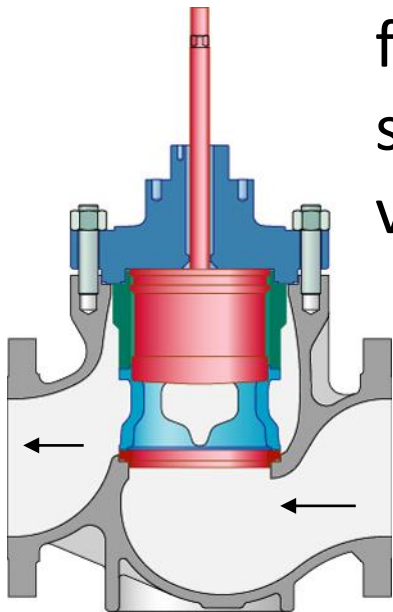
As válvulas globo de sede simples apresentam menor vazamento, porém requerem maior força para seu fechamento.



Válvulas de Controle

As válvulas globo de sede dupla possuem um obturador balanceado e atuadores menores.

Apesar de requerem menos força para o fechamento, são sujeitas a maiores vazamentos.



Válvulas globo do tipo gaiola são aplicadas para altas velocidades, grandes perdas de cargas e atenuação de ruídos.

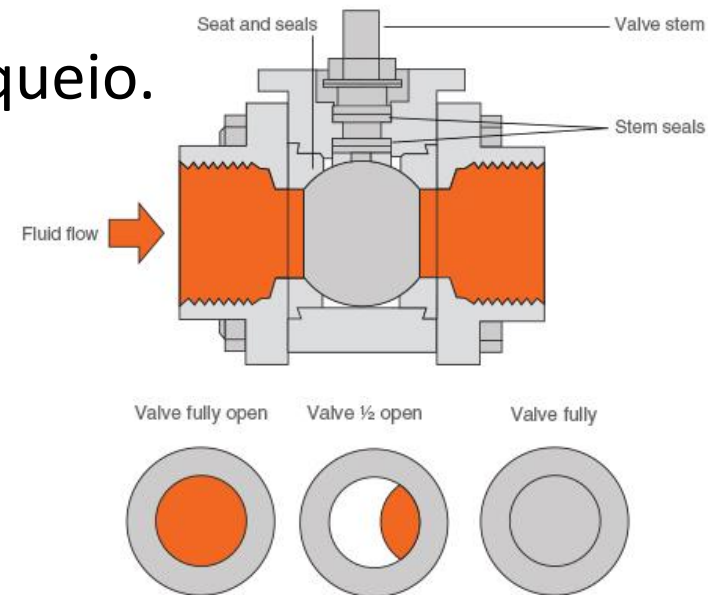
Válvulas de Controle

Válvulas Esfera

Originalmente eram utilizadas para bloqueio.

Atualmente são utilizadas para o controle de “fluidos sujos” (papel e celulose, mineração, siderurgia).

Possuem boa característica de controle além de boa vedação.



Quando aplicada em controle, a esfera pode apresentar um perfil diferenciado para determinar a característica de vazão.

Válvulas de Controle

Válvulas Borboleta

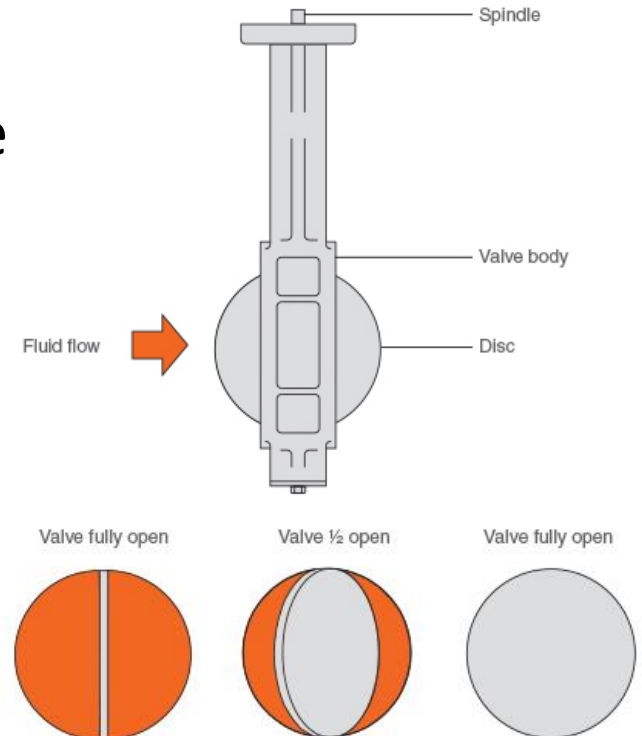
Constitui-se num dos mais antigos tipos de válvula de controle, utilizadas inicialmente como dampers.

Na verdade são restritores compostos de um disco basculante num eixo, o qual obstrui uma seção de tubulação



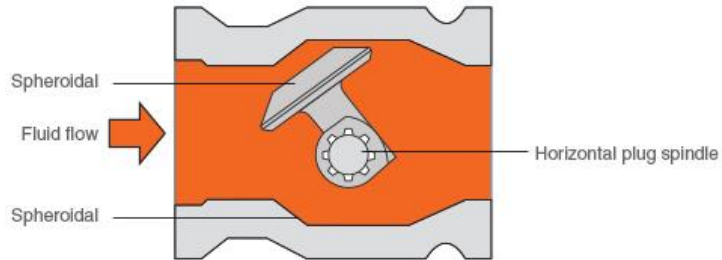
Possuem baixo custo inicial e baixo custo de manutenção

Podem ser instaladas entre flanges (wafer)



Válvulas de Controle

Válvulas Plug Rotativo



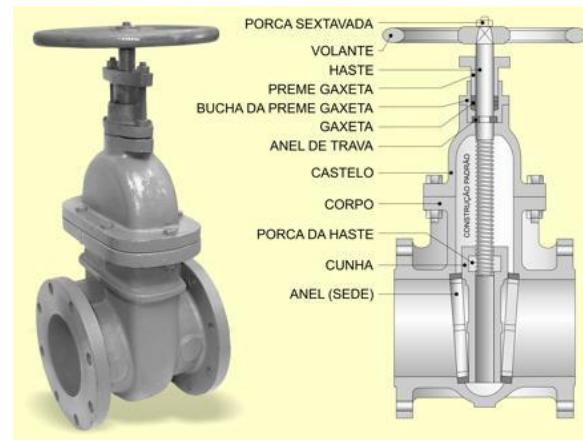
Válvulas Diafragma



Válvulas Guilhotina



Válvulas Gaveta

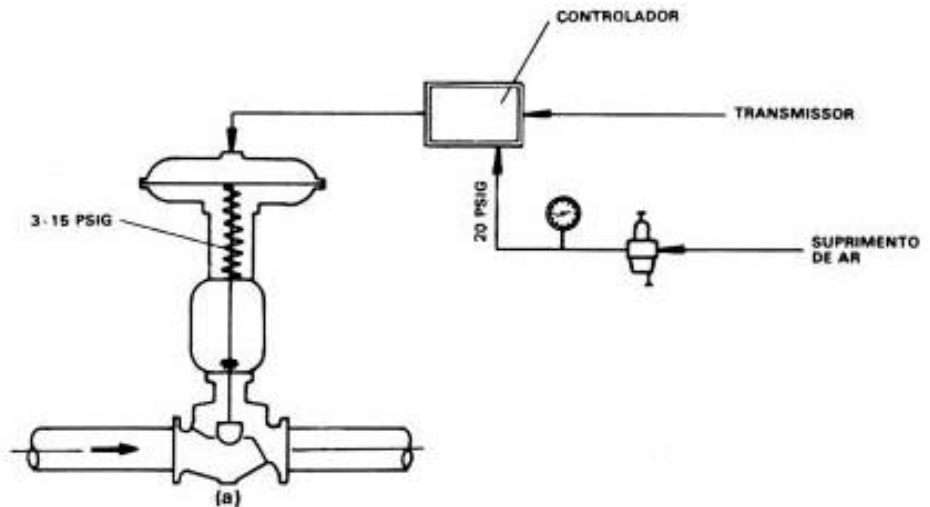


Válvulas de Controle

Posicionadores

O posicionador é um servo-amplificador cuja função é assegurar o correto posicionamento da haste da válvula, de acordo com o sinal de comando correspondente enviado pelo controlador.

Uma válvula operando sem o posicionador, simplesmente recebe o valor da pressão do respectivo posicionamento (ex.: 9 PSI => 50%).

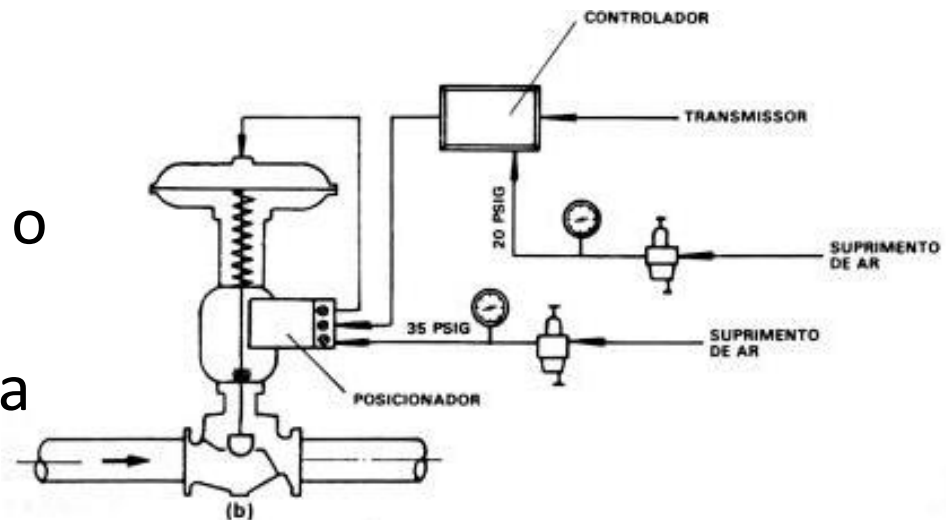


Válvula sem posicionador

Válvulas de Controle

O atrito da haste com o sistema de engaxetamento da válvula, pode causar erros no posicionamento e principalmente histerese no sistema.

Desta forma, o objetivo do posicionador é o de comparar o sinal de referência da posição desejada com a posição real da haste da válvula.



Válvula com posicionador

Válvulas de Controle

Através de um elo eletromecânico ou magnético (efeito hall) é possível verificar se a haste está na posição desejada.

Neste caso, o posicionador irá aumentar ou diminuir a pressão enviada para o diafragma até que a haste atinja a posição de referência determinada pelo controlador.



Válvulas de Segurança

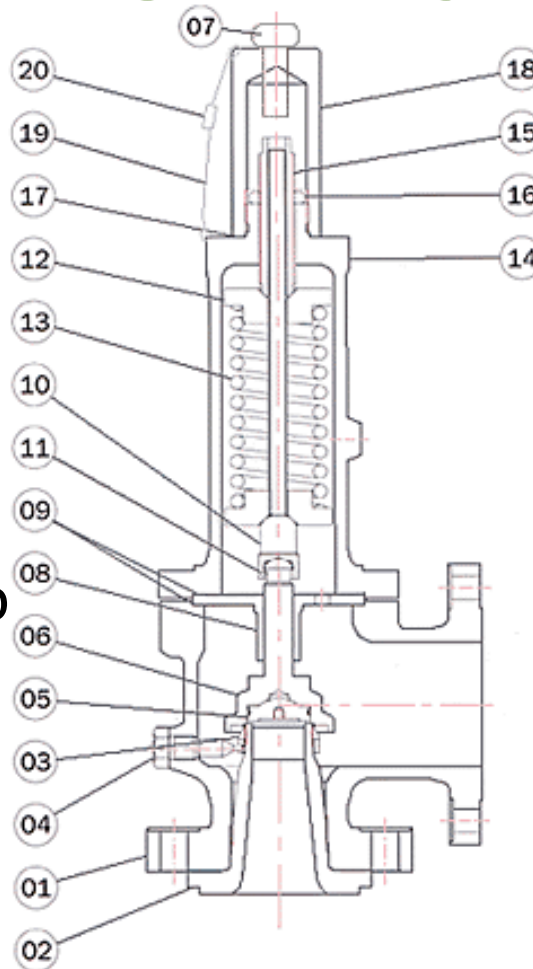
A função de toda válvula de segurança instalada em processos industriais é aliviar o excesso de pressão, devido ao aumento da pressão de operação acima de um limite pré-estabelecido no projeto do equipamento por ela protegido.

A válvula de segurança e alívio é a última linha de defesa para proteger o equipamento e os recursos humanos das consequências de um acúmulo de energia maior do que o permitido pelos limites do projeto.



Válvulas de Segurança

A Válvula de Segurança e Alívio, é um dispositivo automático de alívio de pressão atuado pela pressão estática a montante da válvula, operando tanto como válvula de **alívio** como de **segurança**.



1	Corpo
2	Bocal
3	Anel do bocal
4	Paraf. trava do anel
5	Disco
6	Suporte do disco
7	Paraf. trava para TH
8	Guia
9	Junta da guia
10	Haste
11	Cupilha
12	Suporte da mola
13	Mola
14	Castelo
15	Parafuso regulador
16	Porca do paraf. reg.
17	Junta do capuz
18	Capuz
19	Arame do lacre
20	Lacre

Válvulas de Segurança

A **válvula de segurança** opera na presença de gás e é caracterizada pela abertura total e rápida (ação pop).

A **válvula de alívio** opera na presença de líquidos abrindo gradualmente conforme o aumento da pressão.

Normalmente, os procedimentos e controles de operação regulam as pressões dentro dos limites de projeto.

No caso de um mau funcionamento do controle, sistemas de desligamento de emergência servem para levar o sistema para uma condição segura, de modo ordenado.

Válvulas de Segurança

Porém, se também o sistema de desligamento de emergência falhar, o projeto da planta deve incorporar dispositivos de alívio de pressão para aliviar a energia acumulada e evitar danos maiores.

A simplicidade relativa e a natureza auto-atuante da válvula de segurança e alívio, a tornam o mais confiável e prático dispositivo de proteção (melhor que o disco de ruptura).

É importante ressaltar que uma válvula de alívio é instalada apenas para limitar a pressão. Não é sua função controlar, regular, reduzir ou despressurizar o sistema.

Válvulas de Segurança

As **válvulas de segurança e alívio** possuem discos pressionados por mola, que fecham a abertura de entrada da válvula contra a pressão do processo.

A pressão da mola é ajustada de acordo com uma pressão predeterminada, que quando atingida, levanta o disco da válvula permitindo a passagem do fluido através da abertura.

As **válvulas de alívio** são projetadas de modo que a área exposta a sobrepressão seja a mesma, com a válvula aberta ou fechada, fazendo com que o disco seja levantado proporcionalmente ao aumento da pressão de entrada quando operada por líquido.

Válvulas de Segurança

Em **válvulas de segurança**, o bocal é usualmente cercado por um anel ajustável, que forma com a borda do disco um orifício secundário.

Durante a abertura, este o orifício permite que a pressão seja aplicada a uma superfície adicional e não apenas ao disco.

Esta área adicional objetiva levantar rapidamente o disco abrindo totalmente a válvula quando operada por gás (ação pop).

