

# Válvulas industriais Padronizadas e Especiais

## 1. Introdução

Válvulas são dispositivos que se destinam a estabelecer, interromper, controlar ou aliviar o fluxo de um fluido em uma tubulação.

Nas refinarias de petróleo, fábricas petroquímicas, siderúrgicas, termoelétricas e indústrias químicas, farmacêuticas e alimentícias, há uma grande variedade e quantidade de válvulas, sendo a maioria delas de projeto e construção padronizados, em normas nacionais e internacionais.

Neste trabalho são apresentadas as características principais de válvulas padronizadas, não padronizadas e especiais, utilizadas na indústria de processamento químico particularmente de óleo&gás.

Os padrões construtivos das válvulas industriais padronizadas ou convencionais, são regulados conforme a norma brasileira ABNT NBR 15827-Válvulas industriais para instalações de exploração, produção, refino e transporte de produtos de petróleo, a saber:

- Padrões construtivos das válvulas industriais - Gaveta .
- Padrões construtivos das válvulas industriais - Retenção
- Padrões construtivos das válvulas industriais - Esfera
- Padrões construtivos das válvulas industriais - Globo
- Padrões construtivos das válvulas industriais - Borboleta

Porém, além das válvulas reguladas pela Norma ABNT NBR 15827, há várias outras válvulas, também padronizadas, que são utilizadas nas instalações industriais, dentre elas:

- Válvula de retenção tipo tampão ou tipo esfera;
- Válvula macho;
- Válvula de diafragma;
- Válvula guilhotina.

Essas válvulas são especificadas e padronizadas nas normas:

ASME B16.34 = Valves Flanged, Threaded, and Welding End

API Std 594 - Check Valves: Flanged, Lug, Wafer and Butt-welding

API Std 599 - Metal Plug Valves—Flanged, Threaded and Welding Ends Petroleum and Natural Gas Industries

API Std 600 - Steel Gate Valves—Flanged and Butt-welding Ends, Bolted Bonnets

API Std 602 - Steel Gate, Globe and Check Valves for Sizes DN 100 and Smaller

API Std 603 - Corrosion-resistant, Bolted Bonnet Gate Valves—Flanged and Butt-welding Ends

API Std 607 - Fire Test for Quarter-turn Valves and Valves Equipped with Nonmetallic Seats

API Std 608 - Metal Ball Valves—Flanged, Threaded and Welding Ends

API Std 609 - Butterfly Valves: Double-flanged, Lug- and Wafer-type

API RP 553 - Refinery Valves and Accessories for Control and Safety Instrumented Systems Downstream Segment

Petrobras Norma N-76 - Materiais de Tubulação para Instalações de Refino e Transporte.

Por outro lado, existem as válvulas não padronizadas, de projeto próprio de fabricantes, como as seguintes:

- Válvula de retenção tipo axial (“non slam check valves”);
- Válvula macho de sapatas retráteis;
- Válvula borboleta tri-excêntrica;
- Válvula de vedação por pressão *pressure seal bonnet*;
- Válvula de controle de processo;
- Válvula de segurança e alívio de vasos de pressão e tubulações;
- Válvula de alívio de pressão e vácuo de tanques de armazenamento..

Por fim ainda há as válvulas especiais ou de encomenda *taylor made*, que são adquiridas como equipamentos, com especificações próprias, devido ao porte ou às condições críticas de funcionamento.:

- Válvula de isolamento absoluto de linhas e coletores de Tocha *Flare*;

- Válvulas de isolamento de topo e de fundo de Tambor de Coque; de UCR-Unidade de Coqueamento Retardado;
- Válvulas de isolamento e controle de equipamentos de UFCC-Unidade de Craqueamento Catalítico Fluidizado.

## 2. Normas de referência

As normas de construção de válvulas padronizadas são as seguintes.

### 2.1. Válvulas industriais

API Spec 6D - Specification for Pipeline Valves  
 API Spec 6FA - Specification for Fire Test for Valves  
 API Std 594 - Check Valves: Flanged, Lug, Wafer and Butt-welding  
 API Std 598 - Valve Inspection and Testing  
 API Std 599 - Metal Plug Valves—Flanged, Threaded and Welding Ends Petroleum and Natural Gas Industries  
 API Std 600 - Steel Gate Valves—Flanged and Butt-welding Ends, Bolted Bonnets  
 API Std 602 - Steel Gate, Globe and Check Valves for Sizes DN 100 and Smaller  
 API Std 603 - Corrosion-resistant, Bolted Bonnet Gate Valves—Flanged and Butt-welding Ends  
 API Std 607 - Fire Test for Quarter-turn Valves and Valves Equipped with Nonmetallic Seats  
 API Std 608 - Metal Ball Valves—Flanged, Threaded and Welding Ends  
 API Std 609 - Butterfly Valves: Double-flanged, Lug- and Wafer-type  
 API R P 621 - Reconditioning of Metallic Gate, Globe, and Check Valves  
 API Std 622 - Type Testing of Process Valve Packing for Fugitive Emissions  
 API Std 624 - Type Testing of Rising Stem Valves Equipped with Graphite Packing for Fugitive Emissions  
 API Std 641 -Type Testing of Quarter-Turn Valves for Fugitive Emissions  
 MSS-SP-45 - Bypass and Drain Connections  
 ABNT NBR 15827- Válvulas industriais para instalações de exploração, produção, refino e transporte de produtos de petróleo - Requisitos de projeto e ensaio de protótipo  
 ISO 5208 - Industrial Valves Pressure Testing of Metallic Valves  
 ISO 10497 - Testing of valves - Fire type-testing Requirements  
 ISO 19921 - Ships and marine technology - Fire resistance of metallic pipe components (valve, fitting, coupling or similar piping component) with resilient and elastomeric seals - Test methods  
 ASME B16.25 - Buttwelding Ends  
 ASME B16.34 - Valves - Flanged, Threaded, and Welding End  
 Petrobras N-1693 - Diretrizes para Elaboração de Padronização de Material de Tubulação para Instalações de Refino e Transporte  
 Petrobras N-76 - Materiais de Tubulação para Instalações de Refino e Transporte  
 Petrobras N-1882 - Critérios para Elaboração de Projetos de Instrumentação

### 2.2. Válvulas de Alívio e Segurança

API Std 520-1 - Sizing, Selection, and Installation of Pressure-relieving Devices in Refineries  
 Part I - Sizing and Selection  
 Part II - Installation  
 API Std 521 - Pressure-relieving and Depressuring Systems  
 API Std 526 - Flanged Steel Pressure Relief Valves.  
 API Std 527- Seat Tightness of Pressure Relief Valves  
 API Std 574 - Inspection Practices for Piping System Components.  
 API R P 576 - Inspection of Pressure-relieving Devices  
 API Std 2000 - Venting Atmospheric and Low-pressure Storage Tanks

ASME PTC 25 - Pressure Relief Devices

## 3. Válvulas industriais padronizadas

Os tipos de válvulas industriais padronizadas, normalmente encontradas na indústria, possuem as seguintes funções:

- Bloqueio;
- Regulagem;

- Retenção.

Para estas válvulas padronizadas, os padrões ou normas aplicáveis de fabricação são conforme a tabela a seguir, extraídas da Norma Petrobras N-1693. e os testes para aceitação, de pressão e vazamento, são de acordo com a API Std 598

Tipo de válvula	Material do corpo e extremidades da válvula					
	Rosca	Ferro fundido		Aço fundido		Aço forjado
		Flange	“WAFER” ou “LUG”	Flange	Solda de topo	Encaixe de solda
Gaveta	MSS SP-80	MSS SP-70	-	API Std 600		API Std 602
Globo		CEN EN 13789	-	BSI BS 1873		
Retenção		MSS SP-71	API STD 594	BSI BS 1868		
Esfera	ABNT NBR 14788	-	-	API SPEC 6D	-	ISO 17292
Borboleta	-	-	API STD 609 Categoria A	-	-	-
Macho	-	-	-	API STD 599	-	-
Diafragma	MSS SP-88	MSS SP-88	-	-	-	-

**Conforme Norma Petrobras N-1693**  
**Normas de fabricação para válvulas industriais padronizadas**

As válvulas que necessitem de revestimento endurecedor, na sede do corpo e no obturador, devem ser revestidas com Stellite 6, evitar os revestimento com Níquel.

**Nota:**

1. Stellite é um tipo de liga, à base de Cobalto-cromo-Tungstênio, usada em aplicações de revestimento duro, por soldagem, para proteção contra desgaste, erosão e corrosão. A liga Stellite 6 é a mais utilizada para aplicações em internos de válvulas que sofrem desgaste por abrasão e corrosão. O processo de aplicação Stellite é por aspersão térmica, em lugar da soldagem, devido à velocidade de aplicação e custo inferior.
2. O Níquel químico não é recomendável para revestimento de internos de válvulas, em que a resistência à abrasão seja um requisito mandatório, ou que fique muito tempo na mesma posição (aberta ou fechada), pois o atrito de abertura ou fechamento pode arrancar a camada de Níquel. A experiência mostra que camadas de Níquel químico, por serem muito finas, quando danificadas, mesmo que muito superficialmente, imediatamente expõem o substrato, comprometendo a resistência à corrosão e/ou erosão, e a vedação entre corpo x obturador..

### 3.1. Válvulas de bloqueio

São as que estabelecem ou interrompem o fluxo de fluido, isto é, só devem funcionar completamente abertas ou fechadas.

Normalmente, são do mesmo diâmetro nominal da tubulação e a peça interna de fechamento ou obturador é de seção transversal comparável com a da própria tubulação, ou seja, de passagem plena.

A válvulas de bloqueio são dos tipos:

- Válvula tipo gaveta *gate valves*;
- Válvula tipo macho *plug valves*;
- Válvulas tipo esfera *ball valves*;
- Válvulas tipo comporta ou guilhotina *slide valves*.

#### 3.1.1. Válvulas tipo gaveta

É o tipo de válvula mais usado na indústria..

São válvula para bloqueio de líquidos em geral, principalmente, desde que não sejam muito corrosivos, nem deixem muitos sedimentos ou tenham muitos sólidos em suspensão, que tendem a depositarem-se nos sulcos das sedes, impedindo o fechamento e comprometendo muito a vedação..

Quando totalmente abertas, chamadas de passagem plena, a perda de carga é muito pequena, porém, se trabalharem parcialmente abertas, a perda de carga é alta, e pode acontecer a cavitação, com corrosão e erosão. Por isso devem operar totalmente abertas ou fechadas, não se prestam à regulagem de vazão de fluidos.

**Nota:**

Cavitação é o fenômeno físico hidráulico de vaporização de um líquido, consistindo na formação de bolhas de vapor pela redução da pressão, durante seu escoamento, provocando erosão no corpo da válvula e nas paredes da tubulação.

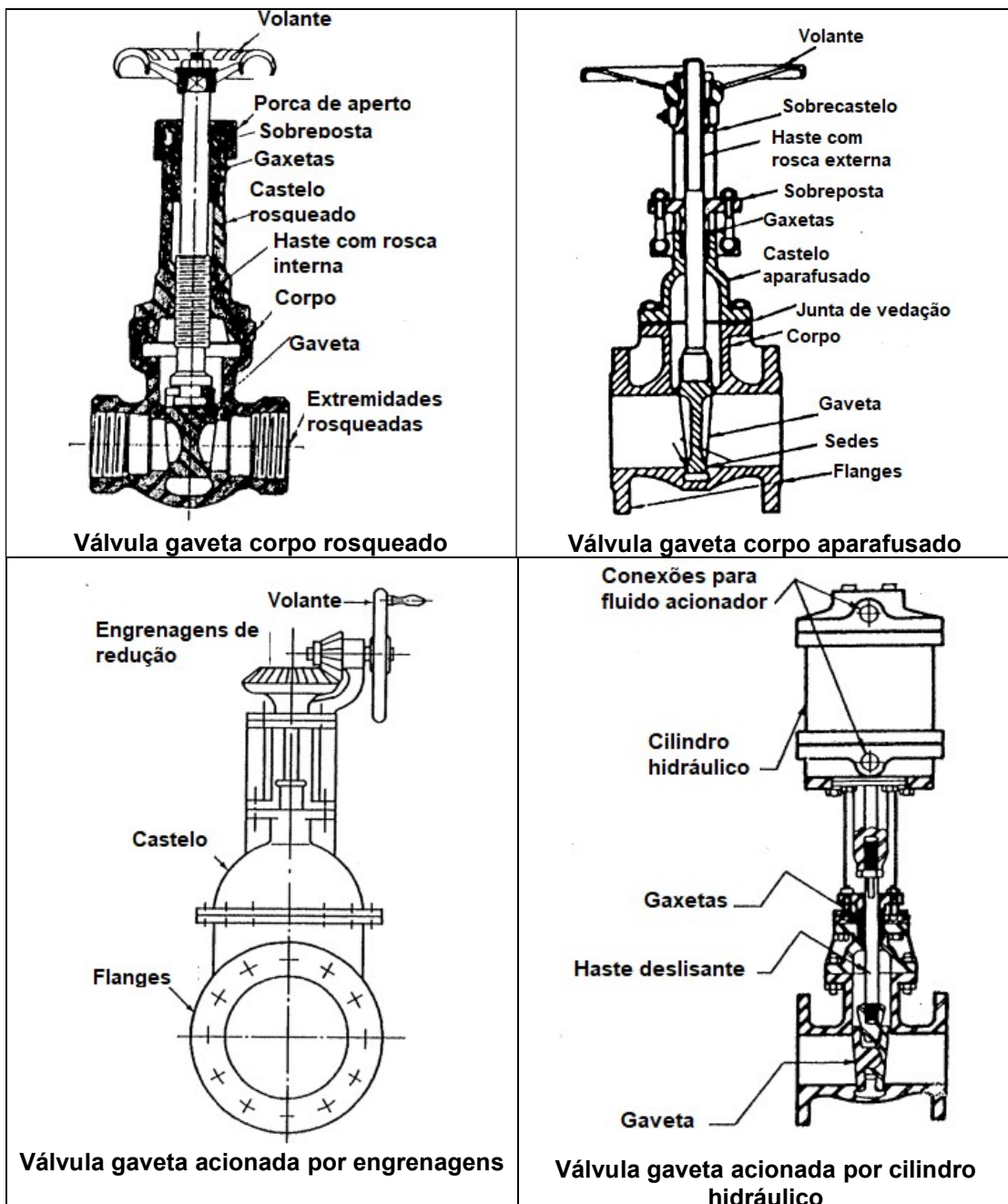
São de fechamento e abertura lentos, tanto mais lenta quanto maior for a válvula. Isso é uma vantagem das válvulas gaveta, pois, não provocam golpes de ariete. Porém não são de vedação estanque.

**Nota:**

Golpe de ariete é um fenômeno físico que ocorre quando há uma queda brusca na vazão de um fluido, devido à parada de uma bomba, ou uma variação brusca na vazão, devido à abertura ou ao fechamento muito rápido de uma válvula. Este fenômeno pode causar danos e vazamentos em ligações flangeadas, placas de orifício, curvas, conexões, etc.

Como são de fechamento metalxmetal são consideradas *fire safe*, em caso de incêndio, se construídas de material com alto ponto de fusão, acima de 1100°C.

A gaveta ou obturador interno pode ser em forma de cunha ou paralela, as de cunha são de melhor vedação e de fechamento mais seguro.



As válvulas tipo gaveta são padronizadas conforme a Norma API Std 600-*Steel Gate Valves- Flanged and Butt-welding Ends, Bolted Bonnets*

Este padrão é aplicável às válvulas tipo gaveta, de castelo aparafusado, para aplicações em refinarias de petróleo e instalações similares, onde aspectos de corrosão, erosão e outras condições especiais indicam a necessidade de abertura total, paredes espessas e grandes diâmetros.

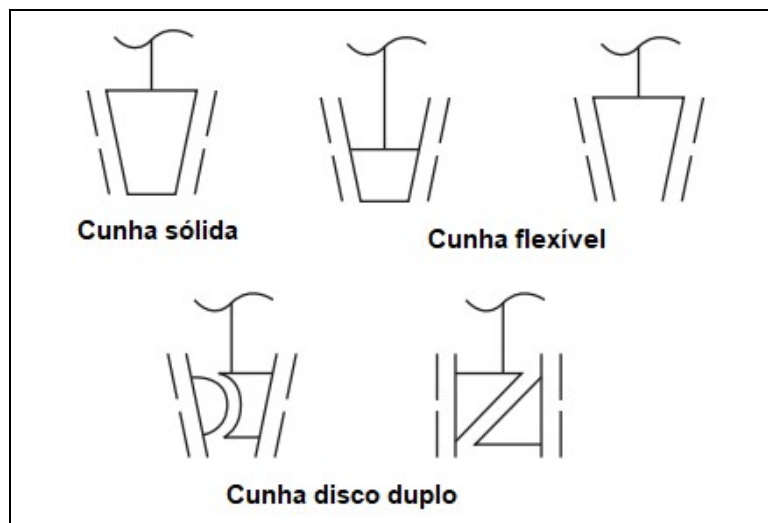
Esta norma estabelece os requisitos para as seguintes características da válvula gaveta:

- Castelo aparafusado
- Haste ascendente
- Obturador (gaveta) simples ou duplo
- Distância entre extremidades ASME B16.10.
- Assento ou sede em cunha ou paralelo
- Superfícies de assento ou sede metálicas
- Extremidades flangeadas ou para soldas de topo
- Construção à prova de expulsão da haste (“blow out proof stem”),
- Abrange valores de diâmetros de tubos nominais de NPS1 até NPS 42
- Aplicável às classes de pressão-temperatura *ratings* 150 até 2500, conforme Norma ASME B16.34
- Acionamento manual por volante, ou volante com engrenagem

Os tipos de construção de gaveta, disco ou cunha previstos pela Norma API Std 600 são como ilustrado na figura a seguir.

Os tipos evoluem do disco ou cunha sólida, que é o mais sujeitos à passagem do fluido, até o disco duplo, que é o mais estanque no entanto é o de maior dificuldade de fabricação e custo..

Um tipo de disco ou cunha, que já provê boa estanqueidade, ou seja, mais eficiente no bloqueio do fluido, é a válvula gaveta de cunha flexível.



Tipos construtivos de gaveta, disco ou cunha conforme Norma API Std 600

### 3.1.2. Válvulas tipo macho

São válvulas de bloqueio rápido e se aplicam a serviços com gases.

Também são utilizadas para bloqueio de líquidos, que deixam sedimentos ou sólidos em suspensão.

Ocupam um espaço muito menor do que as válvulas gaveta.

O fechamento é feito pela rotação de uma peça interna, chamada de macho, geralmente de forma cônica, com um orifício por onde escoo o fluido.

São de fechamento e abertura rápida, com um quarto de volta.

Só devem ser usadas completamente abertas ou fechadas, nunca em posição de semi aberta.

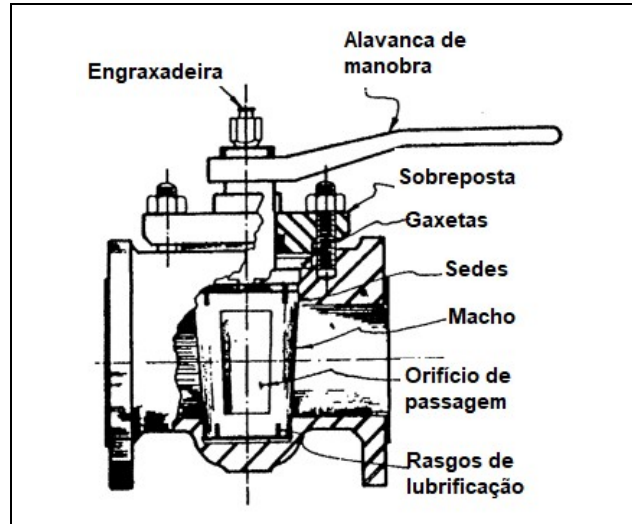
São de dois tipos com ou sem lubrificação.

Nas válvulas com lubrificação, há um sistema de injeção de graxa lubrificante, sob pressão, através do macho, que melhora a vedação e evita que o macho fique preso.

Na válvulas sem lubrificação, o macho e as sedes são endurecidos e retificados, para fechamento metalxmetal (por isso são *fire safe*) ou são de sedes removíveis fabricadas de material resiliente (Teflon PTFE, Grafite), porém não são *fire safe*.

São válvulas padronizadas conforme a Norma API Std 599 Metal Plug Valves—Flanged, Threaded and Welding Ends Petroleum and Natural Gas Industries

As válvulas macho resistentes a fogo devem ter certificação de testa a fogo (“*fire safe tested type*”).



Válvula macho

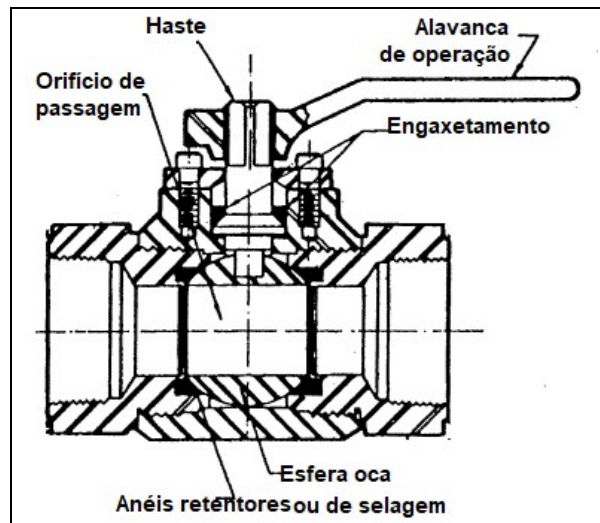
### 3.1.3. Válvulas tipo esfera

São válvulas de bloqueio em que o obturador interno é uma esfera, que se apóia em anéis de vedação ou retentores de material resiliente (não metálico, como Teflon, grafite), tornando a vedação estanque.

Em relação às válvulas gaveta são de menor peso, melhor vedação e de operação mais fácil, por isso, empregadas para bloqueio de líquidos, gases e vapores.

As válvulas de esfera devem ser do tipo passagem plena.

As válvulas esfera resistentes a fogo devem ter certificação de testa a fogo (“*fire safe tested type*”).



Válvula esfera

As válvulas tipo esfera são padronizadas conforme a Norma API Std 608-Metal Ball Valves—Flanged, Threaded, and Welding Ends

Esta norma especifica os requisitos para válvulas de esfera metálicas adequadas para aplicações petrolíferas, petroquímicas e industriais, e são dos tipos:

- extremidades flangeadas nos diâmetros NPS 1/2 a NPS 24;
- extremidades de solda de topo nos diâmetros NPS 1/2 a NPS 24;
- terminais de solda de soquete nos diâmetros NPS 1/4 a NPS 2;
- extremidades roscadas nos diâmetros NPS 1/4 a NPS 2.

**Nota:**

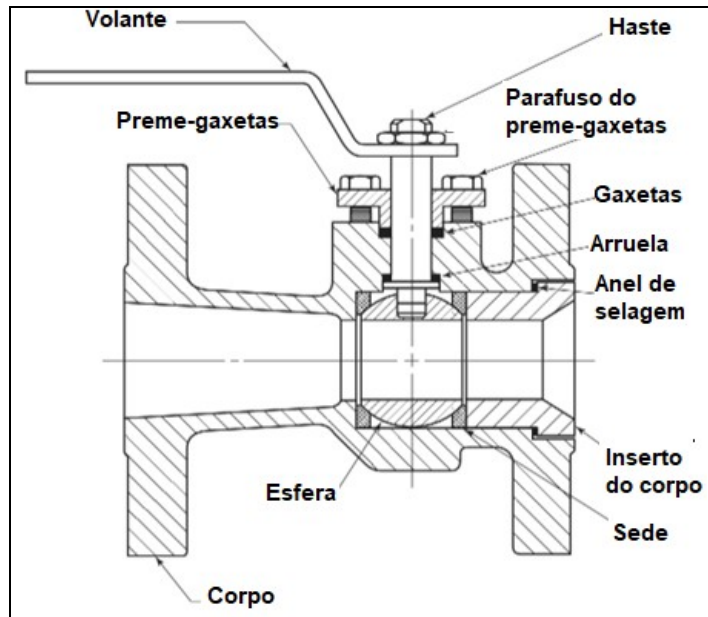
NPS-Nominal Pipe Size ou Tamanho Nominal do Tubo.

O tamanho nominal de tubo, com a designação NPS seguida por um número, é para fins de identificação do diâmetro nominal, em polegadas, de tubo, válvula ou conexões de tubulações. O número NPS não corresponde ao diâmetro interno do componente.

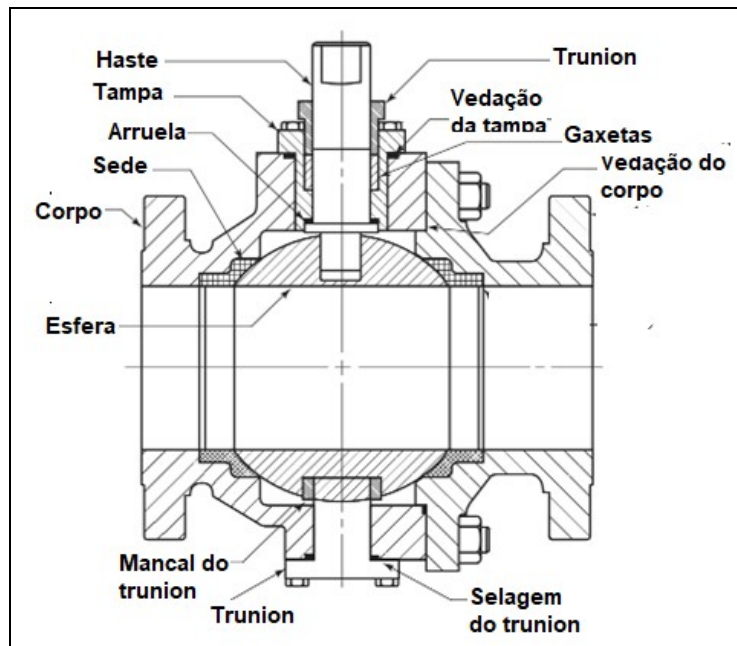
São válvulas de esfera metálica com classes de pressão como se segue:

- extremidades flangeadas nas classes 150, 300 e 600;
- terminais de solda de topo nas classes 150, 300 e 600;
- terminais de solda de soquete nas classes 150, 300, 600 e 800;
- extremidades rosqueadas nas classes 150, 300, 600 e 800.

Esta norma se aplica a projetos de válvula de esfera flutuante (suportada pela sede ou assento) e válvula de esfera tipo *trunion*.



Esquema típico de válvula de esfera flutuante



Esquema típico de válvula esfera *trunion*

Para as válvulas de bloqueio tipo esfera, é adotado o seguinte tipo de construção, conforme da ABNT NBR 15827.

Diâmetro	150	300	600	800	900	1 500	2 500
15 (1/2) a 40 (1 1/2)	-		Flutuante			<i>Trunion</i>	
50 (2) a 100 (4)	Flutuante		<i>Trunion</i>				
150 (6) e acima	<i>Trunion</i>						

### 3.1.4. Válvulas tipo guilhotina

São válvulas utilizadas para bloqueio e controle de fluidos em geral.

A guilhotina ou comporta é uma lâmina de aço inoxidável que se movimenta perpendicularmente a válvula.

Por ser útil no controle de sólidos em suspensão, massas, pastas, pós, entre outros, a válvula tipo guilhotina é amplamente utilizada nos segmentos alimentício, saneamento, papel e celulose, petroquímica, mineração, dentre outros.

O acionamento pode ser feito manualmente, com a ajuda de um volante, ou por acionamento pneumático, com cilindro pneumático, ou, ainda, por acionamento elétrico.

Normalmente, não são à prova de fogo.



Válvula guilhotina ou de comporta

### 3.2. Válvulas de regulação

São as válvulas destinadas ao controle da vazão de fluxo do fluido, podendo, pois, operar em qualquer posição de fechamento ou abertura parcial

As válvulas de regulação são dos tipos

- Válvula tipo globo *globe valve*;
- Válvulas tipo agulha *needle valve*;
- Válvula tipo borboleta *butterfly valve*;
- Válvulas tipo diafragma *diaphragm valve*.

#### 3.2.1. Válvulas tipo globo modelo convencional

São válvulas de regulação manual, podendo trabalhar nas posições aberta e fechada, como também em qualquer posição intermediária.

O obturador interno é, normalmente, um tampão, que se ajusta à sede, com uma superfície de assentamento cônica, plana ou esférica.

As válvulas globo apresentam uma vedação melhor que as válvulas gaveta.

Normalmente, o fechamento é metalxmetal, e com isso as válvulas globo são à prova de fogo *fire safe*, se construídas de material com alto ponto de fusão, acima de 1100°C.

Em válvulas pequenas, até NPS 2, o tampão se ajusta a um anel de vedação de material não-metálico, plástico, Neoprene, Teflon, que proporciona uma vedação muito boa, porém não são resistentes a fogo.

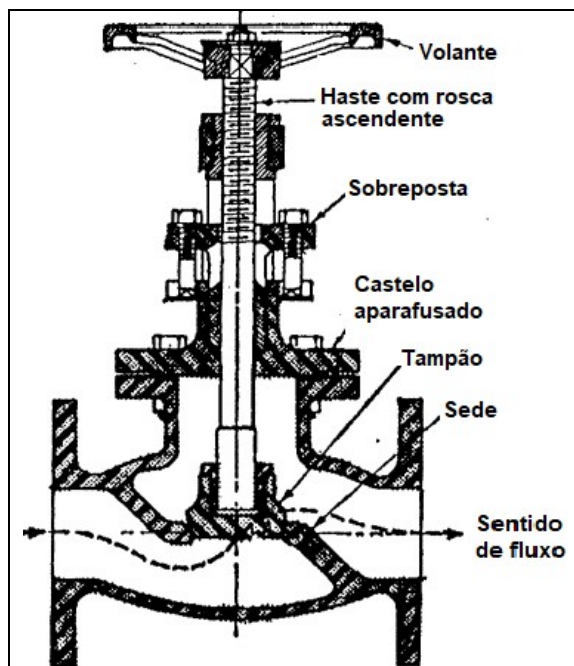
A sede de vedação do tampão costuma ser um anel metálico ou não, substituível no corpo da válvula.

As válvulas globo são basicamente usadas em serviços de regulação de linhas de água e líquidos em geral, não corrosivos, bem como para vapor d'água, ar e outros gases.

No entanto, as válvulas globo são empregadas para diâmetros até NPS 8", pois em diâmetros maiores não dariam boa vedação e seriam muito caras.

Nas válvulas globo de construção convencional pode acontecer um considerável acúmulo de sedimentos em baixo do tampão de fechamento, prejudicando a vedação.





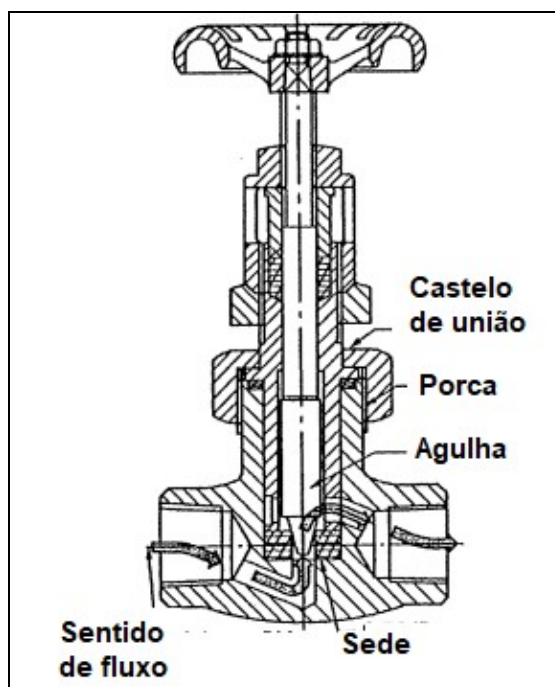
Válvula globo convencional

### 3.2.2. Válvulas tipo globo modelo agulha

Um modelo especial de válvula globo é a válvula agulha.

Nesta válvula o tampão é substituído por uma peça cônica, a agulha, o que permite um controle com precisão do fluxo do fluido.

São normalmente usadas para ajuste fino de regulagem, de líquidos e gases, em diâmetros, geralmente, até NPS 2

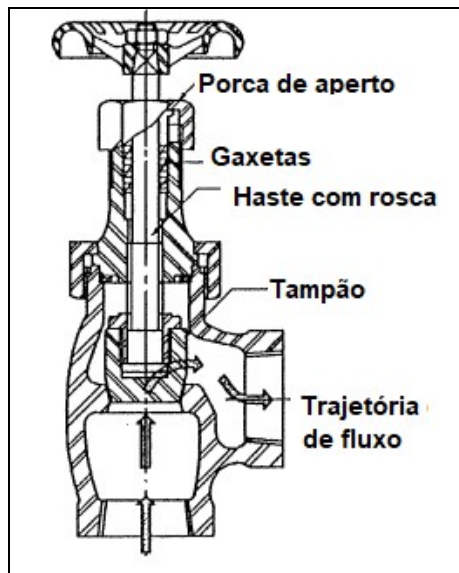


Válvula globo modelo agulha

### 3.2.3. Válvulas tipo globo modelo angular

São válvulas globo em que os bocais de entrada e saída estão a 90°, com perda de carga inferior a do modelo tradicional.

Têm pouco uso em tubulações, pois a válvula fica sujeita aos esforços resultantes da mudança de direção do fluxo e são, normalmente, utilizadas em fins de linhas quentes.

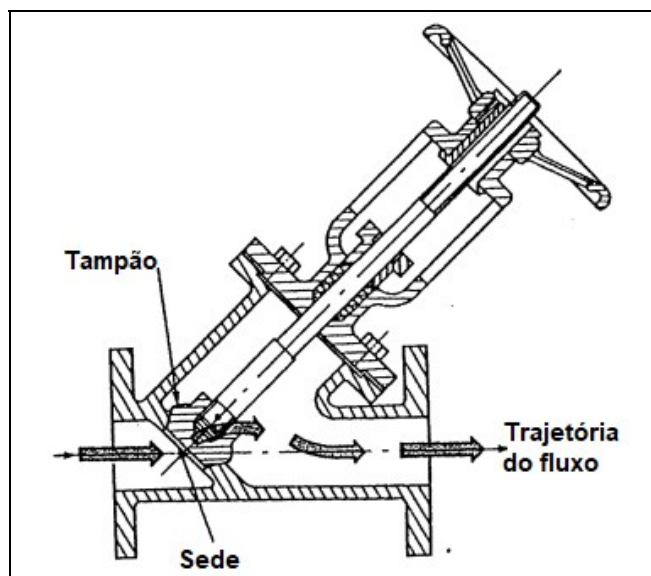


Válvula globo angular

### 3.2.4. Válvulas tipo globo modelo em “Y”

Também são válvulas globo e nesse modelo a haste está a 45° com o corpo, de modo que a trajetória do fluido é quase retilínea, com o mínimo de perda de carga.

São usadas para bloqueio e regulagem de vapor e para serviços corrosivos e/ou erosivos, e nas tubulações com a presença de detritos e sedimentos, como por ex. a descarga de fundo *blow down* de Caldeira de vapor.



Válvula globo em “Y”

### 3.2.5. Válvulas borboleta

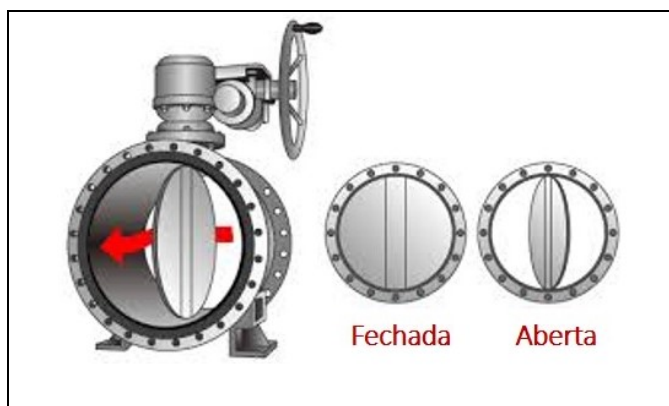
Válvulas borboleta são basicamente válvulas de regulagem, mas podem também trabalhar como bloqueio.

O fechamento e a regulagem são feitos por um obturador tipo peça circular (disco), fixado em um eixo interno e perpendicular ao sentido do fluxo do fluido.



Componentes de válvula borboleta

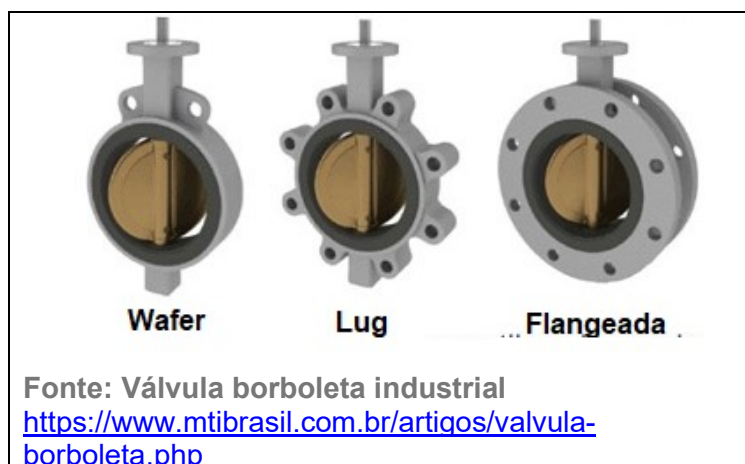
Na função de bloqueio a válvula borboleta promove vedação contra o diferencial de pressão, a fim de evitar qualquer refluxo em sistemas que foram fabricados para fluxo unidirecional. Isso é feito usando uma sede metálica no corpo da válvula e uma vedação resiliente na face plana do disco, nas seções à jusante e à montante da válvula.



Funcionamento de válvula borboleta

Podem ser dos tipos “wafer” e “lug” que são modelos leves instalados entre dois flanges, e de extremidades flangeadas, mais pesada e ocupando mais espaço. Válvulas do tipo “wafer” não devem ser utilizadas para hidrocarbonetos, pois há exposição excessiva dos parafusos dos flanges, que em caso de fogo leva à dilatação térmica e abertura da tubulação com vazamento do produto, alimentando o fogo .

Para NPS 2 a 20 pode ser utilizado o tipo “lug” e para NPS 24 e maiores, deve ser utilizado o tipo flangeado.



Fonte: Válvula borboleta industrial  
<https://www.mtibrasil.com.br/artigos/valvula-borboleta.php>

Modelos de válvula borboleta

As válvulas tipo borboleta são padronizadas pela Norma API Std 609 - *Butterfly Valves: Double-Flanged, Lug- and Wafer-type, and Butt-welding Ends*.

Esta norma abrange projeto, materiais, dimensões face a face; classes de pressãoxtemperatura; fabricação e requisitos de inspeção e teste, para válvulas borboleta de ferros fundidos cinzento e dúctil, bronze, aço, liga à base de níquel ou liga especial, que fornecem boa vedação e são adequadas para regulação de fluxo.

Estão incluídas duas categorias de válvulas borboleta:

a. Categoria A:

Válvulas borboleta de pressão nominal de trabalho a frio definida pelo fabricante, geralmente com configuração de disco e sede concêntrica.

Os tamanhos cobertos são NPS 2 a NPS 48 para válvulas com padrões de aparafusamento de flanges ASME Classe 125 e Classe 150.

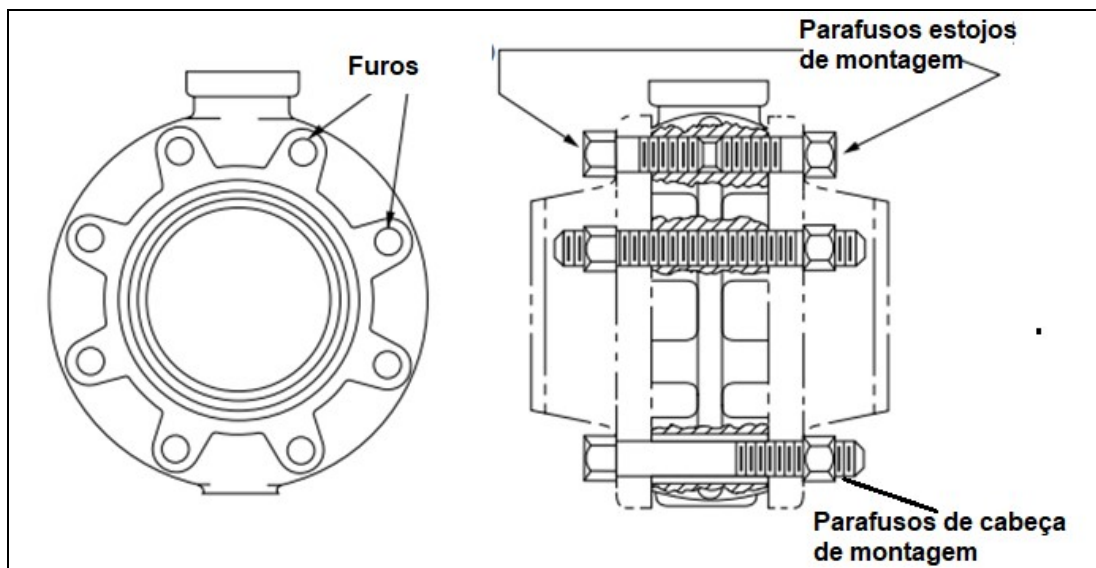
b. Categoria B:

Válvulas borboleta com classes de pressãoxtemperatura, conforme Norma ASME B16.34, para corpo de aço Carbono e aço liga, com sede deslocada e uma configuração de disco excêntrico ou concêntrico, em relação à sede.

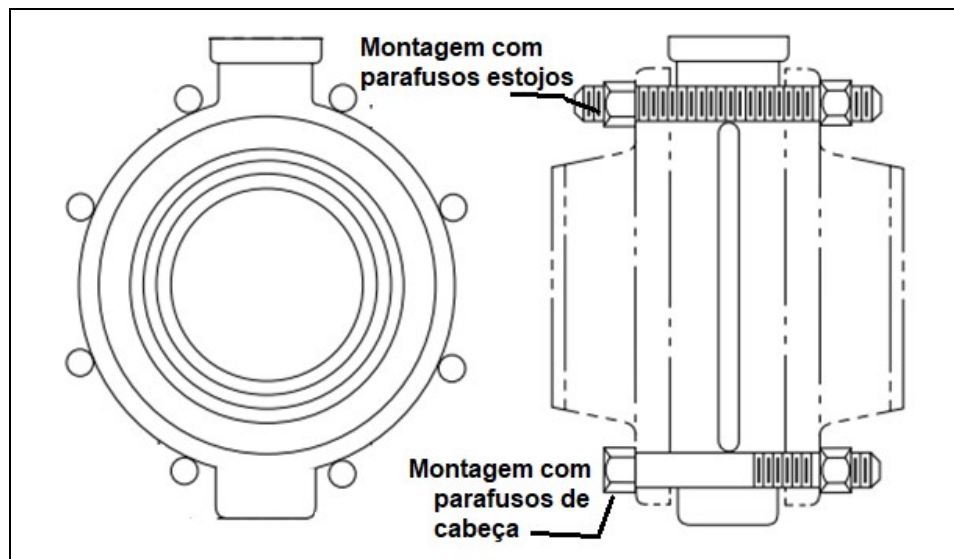
Essas válvulas podem ter pressão diferencial no disco diferente da pressão correspondente à classe de pressão do corpo da válvula.

As configurações de válvula incluem os tipos flanges duplos, lug e wafer, com faces que permitem a instalação entre os flanges da tubulação..

A configuração wafer não deve ser utilizada com hidrocarbonetos, devido à exposição dos parafusos em caso de fogo.



Válvula borboleta tipo LUG



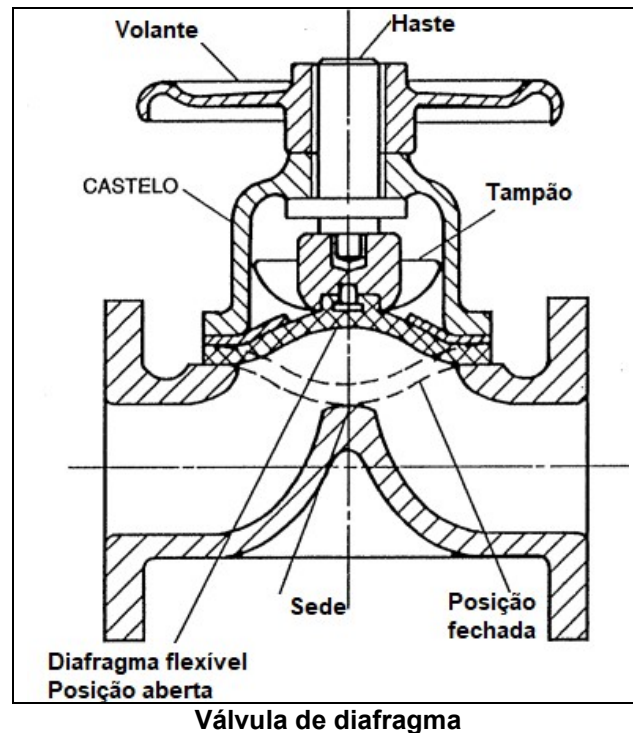
Válvula borboleta tipo WAFER

### 3.2.6. Válvulas de diafragma

São válvulas sem gaxetas de vedação, desenvolvidas, especialmente, para bloqueio e regulação de fluidos corrosivos, tóxicos ou perigosos, bem como fluidos muito voláteis ou que exijam total segurança contra vazamentos, porém são para pressão baixa e temperatura reduzida.

O fechamento da válvula é feito pela deformação de um diafragma não metálico flexível, que é apertado contra a sede, isolando completamente o mecanismo móvel da haste, que não necessita de material resistente à corrosão, por não ter contato com o fluido interno. Como consequência, não há vazamento pela sede.

São, normalmente, de diâmetros pequenos e fabricadas de materiais não metálicos, como plásticos, ou metálicos com revestimento interno contra a corrosão (por ex. ebonite, porcelana, vidro, resinas plásticas)



### 3.3. Válvulas de retenção

São válvulas que permitem a passagem do fluido em apenas um sentido, fechando-se automaticamente, por diferença de pressão, se houver tendência à inversão do sentido do fluido.

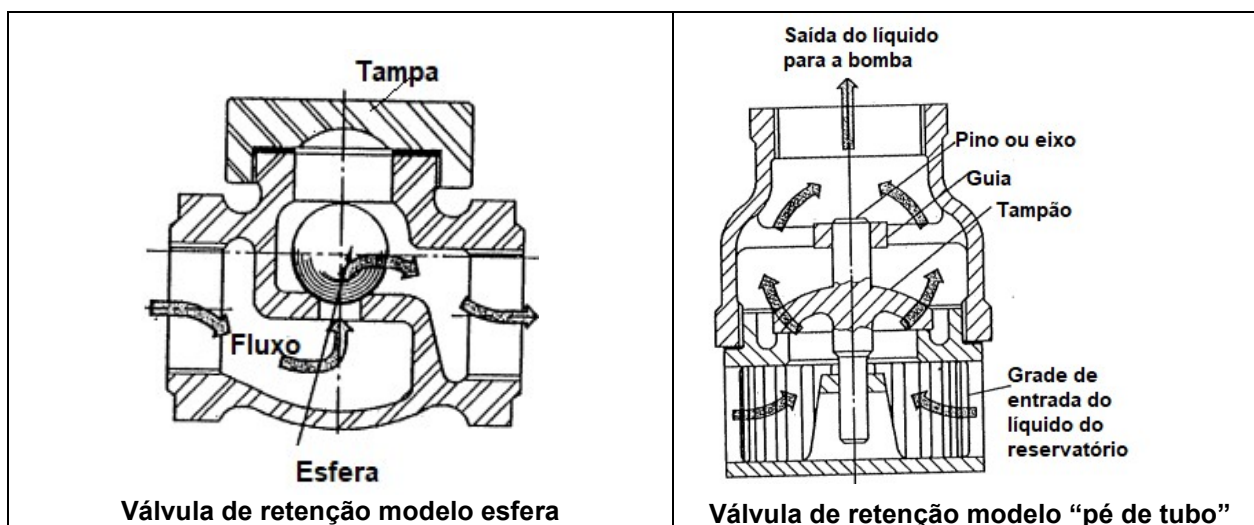
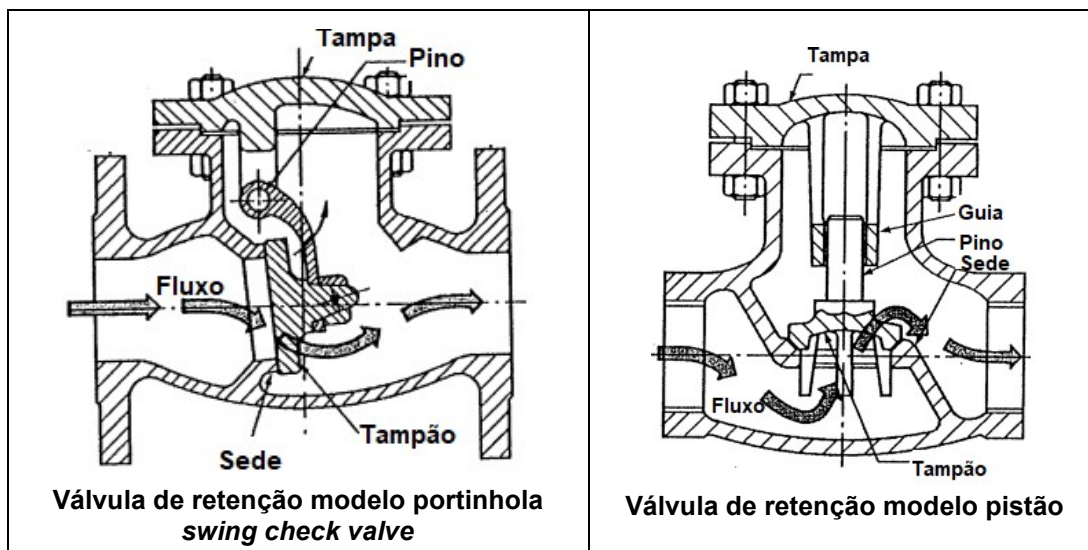
- Válvulas tipo retenção *check valves* de portinhola, pistão ou esfera;
- Válvulas tipo de pé *foot valves*.

A válvula de retenção visa impedir na linha qualquer possibilidade de retorno do fluido, por inversão do sentido de fluxo, porém, causam uma perda de carga elevada no escoamento.

Os casos mais típicos e obrigatórios de emprego da válvula de retenção são:

- Em linhas de recalque de bombas em paralelo, descarregando no mesmo coletor ou tronco, para evitar a possibilidade de ação de bombas que estiverem operando sobre uma outra parada.
- Em linha de recalque de bomba que descarrega para um vaso ou reservatório elevado, a fim de evitar o retorno do líquido, caso ocorra a paralisação súbita da bomba.
- Em extremidade livre da linha de sucção de uma bomba de reservatório enterrado, em que a linha pode ficar vazia, instala-se válvula de retenção de pé, que serve para manter a escorva na tubulação e na própria bomba, isto é, evitar o seu esvaziamento, enquanto a bomba está parada.

As válvulas de retenção são padronizadas pela Norma API Std 594 - Check Valves: Flanged, Lug, Wafer and Butt-welding.



Para diâmetros NPS  $\frac{1}{2}$  a  $1\frac{1}{2}$  deve ser utilizado os tipos pistão e esfera, nas posições horizontal ou vertical. Para diâmetros NPS 2 e maiores deve ser utilizado o tipo portinhola flangeada. A válvula de retenção de “pé de tubo” é instalada na tubulação vertical de sucção de uma bomba, sempre que o reservatório é enterrado.

#### 4. Válvulas industriais caracterizadas como especiais

Há condições de serviço e de segurança que requerem válvulas especiais.

Essas válvulas não são padronizadas, têm padrão construtivo conforme projeto do próprio Fabricante e, frequentemente, são adquiridas com Folha de Dados e/ou especificação técnica.

A operação é, normalmente, com atuador, que pode ser elétrico, pneumático ou hidráulico.

Os testes de vedação e de resistência à pressão são conforme norma ISO 5208 *Industrial Valves - Pressure Testing of Metallic Valves* e não pela API Std 598 *Valve Inspection and Testing*, que é aplicável às válvulas padronizadas.

É comum essas válvulas terem plaqueta de identificação (TAG), para facilitar a identificação na área e a monitoração operacional.

##### Nota:

TAG em Inglês significa rótulo.

Na indústria usa-se o tagueamento de equipamentos, máquinas e válvulas especiais, pois, é uma forma de se fazer cadastro e rastreamento, com relação à localização na planta, para facilitar a operação, e execução e controle da manutenção desses ativos.

As principais válvulas industriais especiais são:

- Válvula de entrada e descarte de catalisador gasto de UFCC;
- Válvula esfera testada a fogo *fire safe tested*;
- Válvula de bloqueio para baixa emissão fugitiva *low emission*;
- Válvula de retenção tipo silenciosa ou sem impacto *non slam check valves*;
- Válvula de retenção tipo axial;

- Válvula de bloqueio duplo e sangria DBB-*Double Block and Bleed*;
  - Válvula macho de sapatas retráteis;
  - Válvula macho DBB de construção *twinseal* ou *twinslip*;
  - Válvula macho DBB de construção *trueseal* ou *trueplug*;
- Válvulas borboleta tri-excêntrica *triple eccentric butterfly valves*;
- Válvulas seladas por pressão *pressure sealed bonnet*;
- Válvulas de tripla ação de isolamento de reservatórios pressurizados de gases de petróleo;
- Válvula de isolamento de inventário perigoso - VIE;
- Válvula de controle de processo;
- Válvulas de alívio e segurança PSVs de Vasos de pressão e Sistemas de tubulação;
- Válvula de alívio de pressão e vácuo de Tanque de armazenamento de teto fixo;
- Válvula de troca ou comutadora de Válvulas de Alívio e Segurança-PSVs geminadas;

#### 4.1. Válvula de descarte de catalisador gasto de UFCC-Unidade de Craqueamento Catalítico Fluidizado

A linha de descarte do catalisador gasto destina-se ao transporte pneumático do Regenerador da UFCC até o Silo de armazenamento de catalisador gasto.

O catalisador se constitui em um pó fino, extremamente abrasivo, e o descarte é em alta temperatura..

Durante a operação da UFCC, para a alimentar o processo com catalisador virgem, é necessário descartar o catalisador que foi utilizado para o craqueamento da carga e já está gasto, isto é, desativado.

Nesse descarte, devido ao fluxo desse catalisador em alta temperatura, acima de 700°C, ocorrem na tubulação os seguintes problemas:

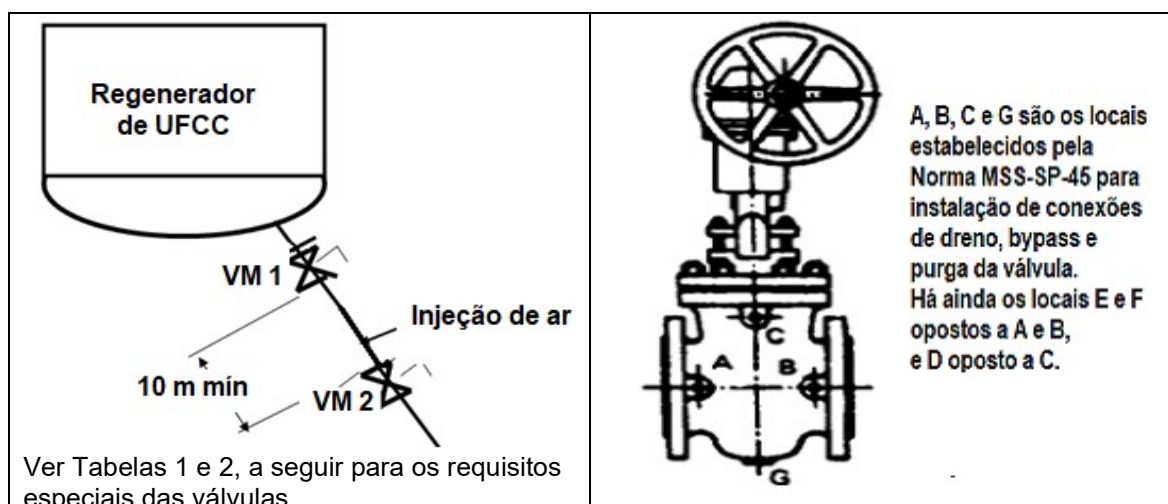
- choque térmico;
- fadiga térmica; e
- erosão acentuada.

Estas condições levam a frequentes paradas para manutenção e reparo da tubulação e das válvulas, comprometendo a confiabilidade e a disponibilidade do sistema.

As válvulas de bloqueio de linhas de descarte catalisador gasto não devem ser do tipo de gaveta, que não são utilizadas em linhas de condução de particulados como catalisadores, por isso, são empregadas as válvulas de bloqueio tipo macho de obturador cônico, não lubrificadas, com especificação técnica especial..

Essas válvulas devem apenas ser usadas para bloqueio, isto é, totalmente abertas ou fechadas, nunca devem ser usadas como válvula de regulagem de fluxo.

As linhas que transportam catalisador gasto devem ter duplo bloqueio, duas válvulas independentes em série, diâmetro mínimo NPS 4, com revestimento interno duro de *Stellite*, conexões no corpo para purga e limpeza, uma válvula junto ao bocal do Regenerador e a outra após a injeção de ar de fluidização na tubulação, conforme esquema a seguir..



### Notas:

1. A Norma MSS-SP-45 *Bypass and Drain Connections* estabelece os padrões de conexões no corpo de válvulas, para a montagem de drenos, purgas e derivações, em todas as classes de pressão.

2. Stellite é um tipo de liga, à base de Cobalto-Cromo-Tungstênio, usada em aplicações de revestimento duro, por soldagem, para proteger superfícies contra desgaste, erosão e corrosão, em processos químicos em que ocorrem a pulverização e a presença de materiais particulados abrasivos, como catalisadores em pó.

O revestimento com a liga Stellite 6 é amplamente utilizado na indústria de petróleo e gás por sua excelente resistência à corrosão e abrasão.

A liga Stellite 6 é a mais utilizada para aplicações em internos de válvulas e peças que sofrem desgaste por abrasão e corrosão.

O processo de soldagem foi muito tempo usado para a aplicação de Stellite, mas atualmente o processo de aspersão térmica é o mais empregado, devido à velocidade de aplicação e custos inferiores.

**Tabela 1: Válvula VM-01**

Características	Descrição
1 - Nome padronizado	Válvula macho tipo "wedge plug"
2 - Tipo	Não-lubrificada, vedação metal x metal
3 - Tipo de acionamento	Acionamento manual ou redutor com engrenagens
4 - Padrão construtivo	API Std 599 Tampa aparafusada; macho cônico de passagem retangular, abertura de passagem mínima de 70%
5 - Diâmetro nominal	2" a 10"
6 - Extremidade de conexão	Flange, ASME B16.5 RF
7 - Acabamento da face do flange	Acabamento liso 125 RMS conforme ASME B16.5
8 - Classe de pressão	150
9 - Material do Corpo	AFU ASTM A 351 Gr. CF8 com revestimento interno de Stellite 6
10 - Tipo de obturador	Macho cônico com movimento combinado de translação (elevação e descenso) e rotação de 90° do obturador, minimizando o contato/atrito do obturador com a sede durante a movimentação do mesmo.
11 - Material dos internos	Obturador e sede de AISI 304 revestidos com Stellite
12 - Construção corpo x tampa	Tampa aparafusada
13 - Forma construtiva	Linha de descarte com duplo bloqueio e dreno intermediário para testemunho
14 - Tipo do acionador	2" a 3"   Volante não ascendente 4" a 10"   Volante com engrenagem de redução
15 - Gaxetas	Gaxetas de Grafite Flexível HT - <i>High Temperature</i> reforçado com fios de Inconel
16 - Juntas de Vedação	Junta espiralada, espiras em 304 SS + enchimento com grafite flexível
17- Requisitos suplementares	a- Deve ter revestimento duro a ser aplicado nas partes internas do corpo, na sede, no obturador e haste da válvula, em regiões diretamente expostas ao fluxo. O revestimento consiste na aplicação de: <ul style="list-style-type: none"><li>• Amanteigamento com eletrodo AWS-E-309;</li><li>• Aplicação de uma camada de 3 mm de <i>Stellite 6</i>; e</li><li>• Após usinagem, aplicação de mais uma camada de 0,2 mm de Carboneto de Cromo, aplicado por HVOF (<i>High Velocity Oxygen and Fuel</i>).</li></ul> b- Deve ser fornecida com conexões auxiliares de purga de 3/4" para válvulas até NPS 8 e de 1" para válvulas de NPS 10, de acordo com a figura 5 da MSS-SP-45, nas posições C, D e G, corpo e castelo, para purga com ar.

**Tabela 2: Válvula VM-02**

Características	Descrição
1 - Nome padronizado	Válvula macho tipo "wedge plug"
2 - Tipo	Não-lubrificada, vedação metal x metal
3 - Tipo de acionamento	Acionamento manual ou redutor com engrenagens



4 - Padrão construtivo	API Std 599 Tampa aparafusada; macho cônico de passagem retangular, abertura de passagem mínima de 70%	
5 - Diâmetro nominal	2" a 10"	
6 - Extremidade de conexão	Flange, ASME B16.5 RF	
7 - Acabamento da face do flange	Acabamento liso 125 RMS conforme ASME B16.5	
8 - Classe de pressão	150	
9 - Material do Corpo	AFU ASTM A 217 Gr. C5 revestido com Stellite 6	
10 - Tipo de obturador	Macho cônico com movimento combinado de translação (elevação e descenso) e rotação de 90° do obturador, minimizando o contato/atrito do obturador com a sede durante a movimentação do mesmo.	
11 - Material dos internos	Obturador e sede de AISI 304 revestidos com Stellite	
12 - Construção corpo x tampa	Tampa aparafusada	
13 - Forma construtiva	Linha de descarte com duplo bloqueio e dreno intermediário para testemunho	
14 - Tipo do acionador	2" a 3"	Volante não ascendente
	4" a 10"	Volante com engrenagem de redução
15 - Gaxetas	Gaxetas de Grafite Flexível HT - <i>High Temperature</i> reforçado com fios de Inconel	
16 - Juntas de Vedação	Junta espiralada, espiras em 304 SS + enchimento com grafite flexível	
17 - Requisitos suplementares	<p>a- Deve ter revestimento duro a ser aplicado nas partes internas do corpo, na sede, no obturador e haste da válvula, em regiões diretamente expostas ao fluxo.</p> <p>O revestimento consiste na aplicação de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Amanteigamento com eletrodo AWS-E-309;</li> <li>• Aplicação de uma camada de 3 mm de <i>Stellite 6</i>; e</li> <li>• Após usinagem, aplicação de mais uma camada de 0,2 mm de Carboneto de Cromo, aplicado por HVOF (<i>High Velocity Oxygen and Fuel</i>).</li> </ul> <p>b- Deve ser fornecida com conexões auxiliares de purga de 3/4" para válvulas até NPS 8 e de 1" para válvulas de NPS 10, de acordo com a figura 5 da MSS-SP-45, nas posições C, D e G, corpo e castelo, para purga com ar.</p>	

#### 4.2. Válvula resistente e testada a fogo *fire safe tested valve*

Em caso de risco de incêndio, superaquecimento da tubulação ou situação semelhante, a válvula de bloqueio deve ser fechada para evitar ou impedir a passagem do fluido inflamável (líquido, gás ou gases formados a partir da fase líquida), pelo tempo suficiente às medidas de proteção..

Essas válvulas devem ser projetadas para operar em áreas perigosas e ter certificação *fire safe tested*, de teste à prova de fogo.

A válvula testada deve ser aprovada e certificada por um órgão regulador independente de terceira parte *third party*, de acordo com as Normas API Std 607 e ISO 10497 ou API Std 6FA.

A válvula testada a fogo *fire safe* ou *fire-tested* é considerada à prova de fogo por ser capaz de manter a vedação, mesmo quando envolvida por um incêndio, funcionando como bloqueio estanque.

As válvulas *fire-safe* podem ser dos tipos esfera, macho ou borboleta e possuem duas características construtivas principais que diferem das válvulas para uso geral.

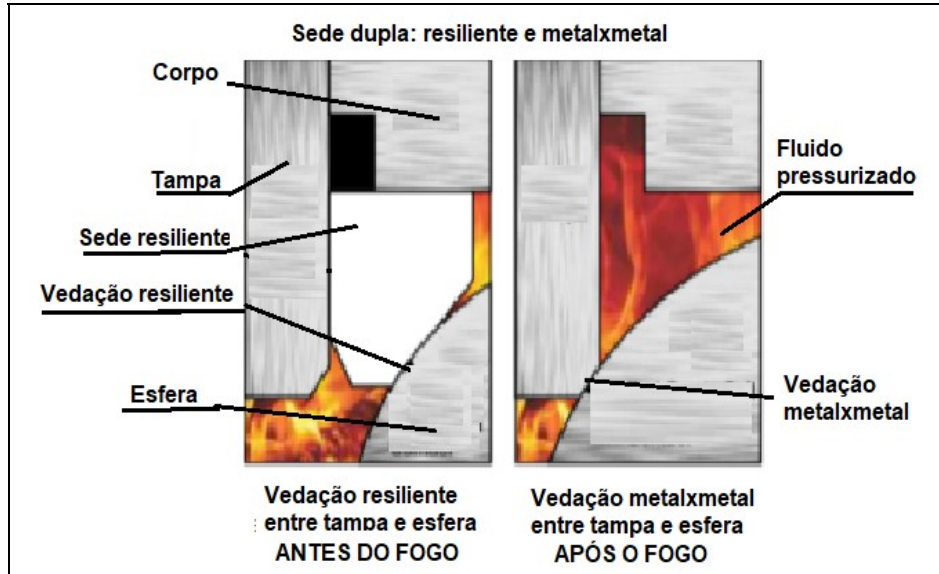
1ª= O sistema de assentamento, dentro da válvula, é formado por duas sedes:

- a. A primária com material resiliente, que fica em contato com o obturador, esfera, macho ou o disco, a depender do tipo construtivo da válvula;
- b. A secundária de material metálico ou vedação metalxmetal, resistente ao calor do fogo e que deve preservar a vedação da válvula em caso de incêndio

#### Nota:

Devido à sede resiliente, essas válvulas devem possuir um dispositivo antiestático instalado como padrão.

2ª - O sistema de engaxetamento da haste e os anéis O-ring de vedação do corpo também devem ser compostos de materiais que suportam temperaturas elevadas, como gaxetas de Grafite Flexível HT isto é, resistente às alta temperaturas, até 700°C, reforçado com fios de Inconel.

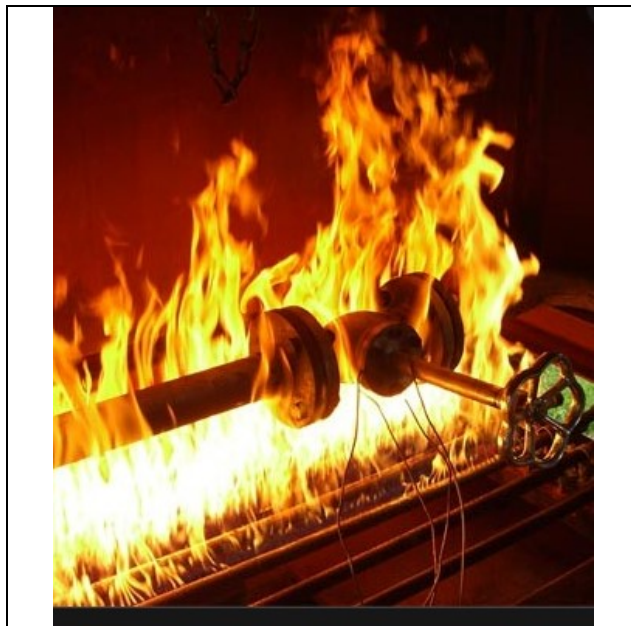


A sede primária serve para auxiliar a sede metálica ou secundária a manter a sua integridade. Caso essa primeira sede não existisse, a sede metálica entraria em contato com o fluido durante todo o tempo de operação e poderia sofrer desgastes, prejudicando o seu comportamento em caso de incêndio.

Além disso, a sede primária, por ser de material resiliente, tem um coeficiente de atrito baixo e o torque para movimentar a válvula é, portanto, menor.

Ou seja, o atuador não precisa de uma força muito grande para bloquear o fluido.

Estas válvulas devem ser ensaiadas e certificadas, conforme as Normas ISO 10497 ou API Std 607, que especificam o método de teste, em que a válvula deve ficar pressurizada e fechada, envolvida por chamas, a uma temperatura que varia entre 750°C e 1000°C, durante cerca de 30 minutos, sem apresentar vazamentos internos e externos, através da sede, do corpo e do engaxetamento da haste.



**Ilustração do teste a fogo *fire test* de válvula conforme Normas ISO 10497 e API Std 607**

**Nota:**

Uma válvula é considerada à prova de fogo *fire safe tested* quando capaz de manter a vedação mesmo quando envolvida por chamas, sendo testadas e certificadas conforme as normas ISO 10497 ou API Std 607. Essas normas requerem que no teste a fogo, a válvula deve estar fechada, pressurizada e envolta em chamas, a uma temperatura que varia entre 750°C e 1000°C, e durante este período (cerca de 30 minutos), vazamentos internos e externos não são tolerados.

Dois tipos de vazamentos são medidos durante os testes.

O primeiro é o vazamento interno, através da sede, e mede quanto tempo a válvula consegue manter seu desempenho em bloquear o fluido, mesmo sob fogo.

O segundo é o vazamento externo que mede o que escapa através do engaxetamento da haste mais o que escapa pelo corpo da válvula, exceto o que escapa pelas conexões com a tubulação. A vedação da válvula esfera *fire safe* não é metalxmetal, já que a sede primária não é metálica, tem propriedade elástica, isto é, é resiliente, já a sede secundária é que é a metálica.

Por isso, em situação normal de operação, a vedação desse tipo de válvula é muito mais eficiente do que das válvulas metalxmetal, sendo requisitadas como medidas de segurança, em sistemas industriais com fluidos agressivos e/ou inflamáveis, como óleo&gás, petroquímicas, químicas, dentre outras.

#### **4.3. Válvulas de bloqueio para baixa emissão fugitiva *low emission***

Nas instalações industriais, há perdas indesejáveis de fluidos Poluentes Orgânicos Voláteis (VOCs- *Volatile Organic Compounds*) através de eixos de bombas, compressores, agitadores, misturadores, e pelas válvulas e uniões flangeadas, que devem ser monitorados e controlados.

Estas perdas são conhecidas como Emissões Fugitivas *Fugitive Emissions* e não podem ser detectadas por meio de inspeções visuais, exigindo a monitoração com equipamentos especiais. Os equipamentos e tubulações, dos sistemas em Serviço com Poluentes Voláteis, requerem especificações de Baixa Emissão Fugitiva, para assegurar o nível mínimo de vazamentos e emissões atmosféricas.

Nota:

Baixa emissão fugitiva *low emission* é o nível máximo permitido de concentração na atmosfera de poluentes voláteis nocivos, VOCs, emitidos ou vazados de equipamentos e/ou tubulações, medidos através de procedimento padronizado em norma e dispositivo certificado por entidade credenciada. A Legislação Norte-Americana lista os principais produtos poluentes voláteis no documento 42 U.S. Code Chapter 85 - AIR POLLUTION PREVENTION AND CONTROL Subchapter I—PROGRAMS AND ACTIVITIES Part A—Air Quality and Emission Limitations Section §7412. Hazardous air pollutants <https://www.law.cornell.edu/uscode/text/42/7412>.

A Agência Ambiental Americana EPA- Environment Protection Agency propõe o procedimento do Method 21 *Determination of Volatile Organic Compound Leaks*, para detecção e medição de emissões de VOCs. Já a Legislação Brasileira pela Norma Regulamentadora NR-15 “Atividades e Operações Insalubres” também apresenta no Anexo nº 11 “Agentes químicos cuja insalubridade é caracterizada por limite de tolerância e inspeção no local de trabalho” os principais agentes químicos poluentes..

Há requisitos técnicos particulares para atender às condições de certificação para baixa emissão fugitiva de válvulas de bloqueio, de regulamentação e de controle.

A finalidade é prescrever as diretrizes para reduzir a quantidade de poluentes liberados para o meio ambiente, decorrentes de vazamentos por válvulas.

As especificações são aplicáveis às instalações industriais, com equipamentos e tubulações, processando, armazenando ou conduzindo líquidos, vapores ou gases definidos como VOC ou Categoria M, da Norma ASME B31.3, e, em particular, às válvulas classificadas como em serviço de baixa emissão fugitiva e que operam nas seguintes condições:

- Válvulas de bloqueio (tipos gaveta, macho, esfera, borboleta);
- Válvulas globo, de operação frequente (ao menos uma vez por turno);
- Válvulas operando com ciclos térmicos;
- Válvulas operando em linhas com vibração;
- Válvulas de controle.

Estas válvulas devem ter certificado de aprovação no teste da selagem, conforme as normas internacionais para Ensaio e Certificação de Válvulas para Serviços de Baixa Emissão Fugitiva, como por ex.

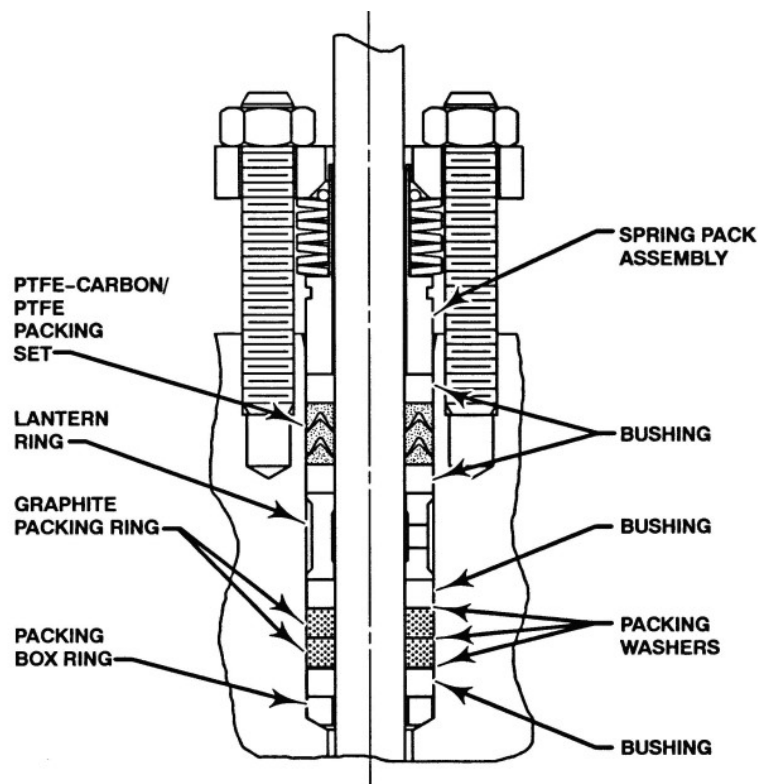
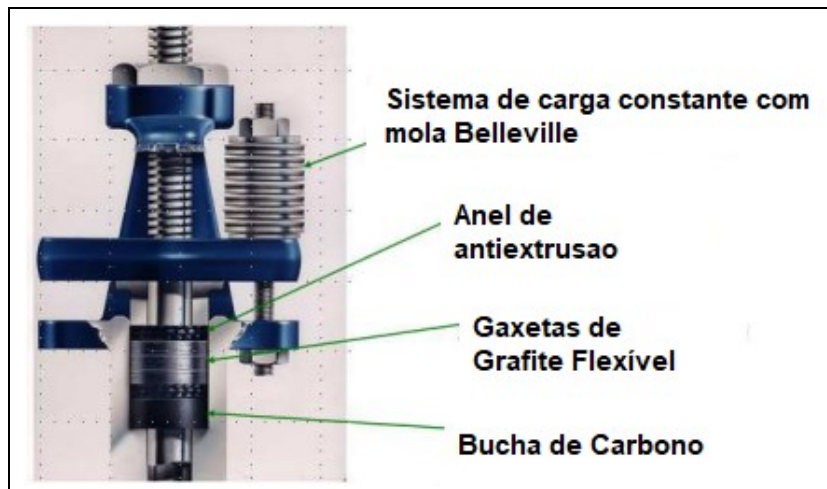
- ISO 15 848 - Industrial valves Measurement, test and qualification procedures for fugitive emissions
- TA-LUFT VDI 2440 - Technical Guidelines for Air Pollution Control
- API Std 622 - Type Testing of Process Valve Packing for Fugitive Emissions
- API Std 624 - Type Testing of Rising Stem Valves Equipped with Graphite Packing for Fugitive Emissions

Em instalações com fluidos poluentes orgânicos voláteis, as válvulas devem ser certificadas como válvulas de baixa emissão fugitiva, conforme ISO 15848, ou TALUFT ou API Std 624, e as gaxetas de vedação da haste devem ser certificadas como gaxetas para baixa emissão fugitiva, conforme API Std 622..

Esta certificação de baixa emissão fugitiva *low emission* é aplicável às válvulas de haste ascendente sem rotação (tipos gaveta e globo) e às válvulas de haste com rotação (tipos esfera, macho e borboleta).

A entidade européia *ESA-European Sealing Association* para o controle de emissões fugitivas de válvulas em serviços com VOCs ou fluidos perigosos, recomenda a utilização de:

- a- Gaxetas de baixa emissão de Grafite Flexível reforçada com fibras Carbono ou Gaxetas de Teflon PTFE;
- b- Sempre que possível, utilizar válvulas de haste rotativa, como esfera, borboleta ou macho, em substituição às de acionamento linear, com as válvulas gaveta;
- c- Em válvulas com haste linear, utilizar gaxetas de baixa emissão, com sistema de carga constante, com molas prato ou tipo *Belleville* nos parafusos da sobreposta.



Typical Live-loaded Packing Arrangement  
Referência: API RP 553

#### 4.4. Válvulas de retenção silenciosas ou sem impacto *silent non-slam check valves*

As válvulas de retenção silenciosas, também conhecidas como válvulas de retenção sem impacto *silent-non-slam check valves*, são válvulas de retenção atuadas por mola, que reduzem ou eliminam o golpe de aríete devido ao disco obturador e seus efeitos.

Nota:

O golpe de aríete é um fenômeno hidráulico que se refere às ondas de choque de alto impacto, que ocorrem quando o fluxo de fluido é interrompido abruptamente (por ex. devido ao desligamento de bomba ou ao fechamento repentino do obturador de uma válvula), em um sistema de tubulação.

Quando ocorre fechamento rápido, o golpe de aríete e a reversão de fluxo resultante ocasionam um tensionamento severo na tubulação, colocando em risco a integridade estrutural e levando a possíveis rupturas e danos, como rompimento de tubos, conexões e componentes, danos às bombas, ruído e vibração excessivos e deslocamento dos suportes da tubulação..

Válvulas de retenção de portinhola, de pistão e de esfera, geralmente contribuem para problemas de golpe de aríete.

Para controlar o fechamento da válvula, há a ação de uma mola de aço inoxidável que atua antes da reversão do fluxo e garante que a válvula não feche com impacto, eliminando a ocorrência de golpe de aríete.

Esta válvula de retenção atende às dimensões face-to-face da Norma API Std 594 e pode ser usada em aplicações e indústrias envolvendo líquidos, gases e vapores.

As válvulas de retenção sem impacto *silent non-slam check valves* são projetadas especificamente para não ocorrer qualquer impacto no fechamento..

A válvula de retenção sem impacto *non-slam* refere-se ao disco obturador interno, de abertura e fechamento automáticos, acionado pelo fluxo do próprio meio, e é usada para evitar golpes de aríete e diminuir o ruído ao abrir ou fechar.

Contrariamente à válvula de retenção de portinhola *swing check valve* ela fecha sem bater, através de uma mola interna, que se opõe à pressão de fluxo do fluido interno.



**Válvula de retenção tipo *silent non-slam check valves***

A finalidade da válvula de retenção sem impacto *non-slam* é impedir o fluxo na direção oposta, permitindo apenas o fluxo em um só sentido, com o fechamento suave, isto é, sem impacto. O disco obturador da válvula abre sob a pressão do fluido que flui; quando há a tendência de reversão do fluxo, a mola atua sobre o disco da válvula contra a sede, impedindo o fluxo contrário. Porém, não é adequada para meios contendo partículas sólidas e alta viscosidade.

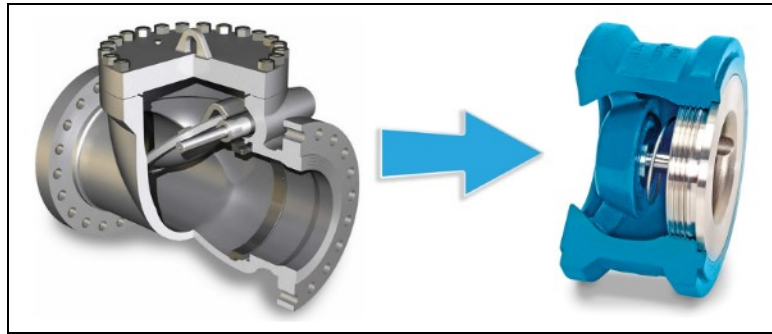
Nota:

As válvulas de retenção sem impacto *non-slam check valves* não dependem de reversão de fluxo ou gravidade para fechar, pois, a válvula é fechada por uma mola que atua sobre o disco obturador.

À medida que a velocidade de deslocamento do fluido diminui, a mola fecha a válvula.

Além disso, o disco obturador tem uma distância muito menor para percorrer, em comparação com uma válvula de retenção de portinhola, e a válvula é fechada antes que o fluido tenha a chance de reverter e causar o golpe de aríete.

Já a válvula de retenção de portinhola *swing check valve* requer a ação da gravidade e da reversão de fluxo para fechar completamente. Quando isso acontece, a portinhola se fecha, interrompendo abruptamente o fluxo e podendo causar um golpe de aríete.



**Migração da válvula de retenção tipo portinhola para sem impacto**

#### **4.5. Válvula de retenção tipo axial**

É um tipo de válvula de retenção sem impacto *non slam* e indicada para aplicações críticas de não-retorno de fluxo, tais como: proteção de compressores, turbinas a vapor e a gás, e em sistemas onde a baixa perda de carga é essencial.

São próprias para serviços com vapor e gases, substituindo com vantagens as válvulas de retenção convencionais (tipos portinhola, pistão e de esfera).

Projetadas para aplicações *fire safe*, criogenia (instalações de LGN-Liquefação de Gás Natural) e submarina *subsea*.

##### **a. Características**

Fluxo axial evita a turbulência e impede a erosão e a vibração;

Baixíssima perda de pressão;

Estanqueidade é obtida por meio da vedação metalxmetal entre o obturador e a sede;

Operação sem impacto do obturador interno *non-slam*;

Projeto com molas para amortecimento do fechamento, praticamente sem refluxo ou surtos de pressão ou golpes de aríete.

##### **b. Aplicações típicas**

Tubulação de descarga de compressor e de turbina;

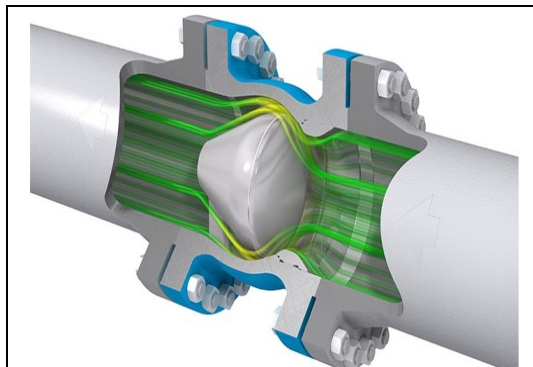
Sistema de água para arrefecimento;

Bombeamento polifásico;

Implementação de bombas subaquáticas;

Instalações em usinas hidrelétricas;

Sistemas de transporte de água potável.



**Ilustração de válvula de retenção axial do fabricante Mokveld**

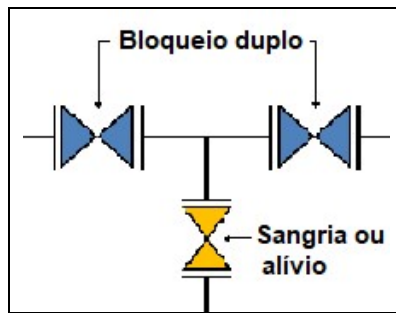
#### **4.6. Válvulas de bloqueio duplo e sangria intermediária**

O sistema “bloqueio duplo e sangria intermediária” é um arranjo de válvulas, em que a função primária é o isolamento estanque da tubulação, de ambos os lados da válvula, e a função secundária é possibilitar a intervenção independentemente, de cada lado do sistema.

Esse arranjo é utilizado para evitar a contaminação de produto ou quando for necessário remover equipamentos para limpeza ou reparo, enquanto a unidade continua em operação.

Geralmente, as válvulas de bloqueio duplo devem ser consideradas para o isolamento de equipamentos em operação, se o fluido for inflamável ou perigoso, ou se o fluido estiver em serviço de alta pressão ou alta temperatura.

Quando são usadas válvulas de bloqueio duplo, uma válvula de sangria deve ser instalada entre as válvulas. .



Esquema típico de “duplo bloqueio e sangria ou purga”

Para evitar este arranjo de três válvulas do “duplo bloqueio e sangria”, foram desenvolvidos esquemas mais simples, consistindo em apenas uma válvula, por ex., uma válvula macho com duplo bloqueio, em que o 1º bloqueio é o tradicional, diretamente entre o plugue e as sedes, e o 2º é promovido por sapatas ou placas retráteis.

#### 4.6.1. Válvula macho de sapatas retráteis

“Bloqueio duplo e sangria ou purga” *double block and bleed* (DBB) é a prática de isolar os trechos da tubulação de cada lado de uma válvula, ao invés de se bloquear apenas um lado. Isso significa que ao se fechar a válvula, se bloqueia os lados à montante e à jusante *double block* e, em seguida, se alivia *bleed* qualquer pressão que permaneça na cavidade do corpo da válvula.

A válvula *double block and bleed* (DBB), conforme a Norma API Std 6D, é uma “válvula única com duas sedes ou superfícies de fechamento que, na posição fechada, fornece uma vedação contra a pressão de ambas as extremidades da válvula, com um meio de alívio ou sangria ou purga do corpo da válvula, entre as superfícies de vedação”.

As válvulas DBB são utilizadas para isolar seções críticas de um sistema, impedindo contaminação de produto em *manifolds* de multiprodutos, e também, permitindo reparar, restaurar ou inspecionar essas áreas sem interromper a operação.

Essas válvulas são usadas em diversas indústrias, particularmente, de óleo&gás, petroquímicas e indústrias de processamento, em geral.

Geralmente é usada em tubulações ou dutos de fluidos como gasolina, diesel, querosene, GLP e água, protegendo-os de contaminação.

O desgaste rápido, pela abrasão das sedes de vedação, é inerente aos projetos da maioria das válvulas, o que acarreta a passagem do fluido, quando a válvula está fechada.

A válvula macho de sapatas retráteis ou deslizantes é uma válvula DBB, que visa assegurar a estanqueidade total e permanente no sistema.

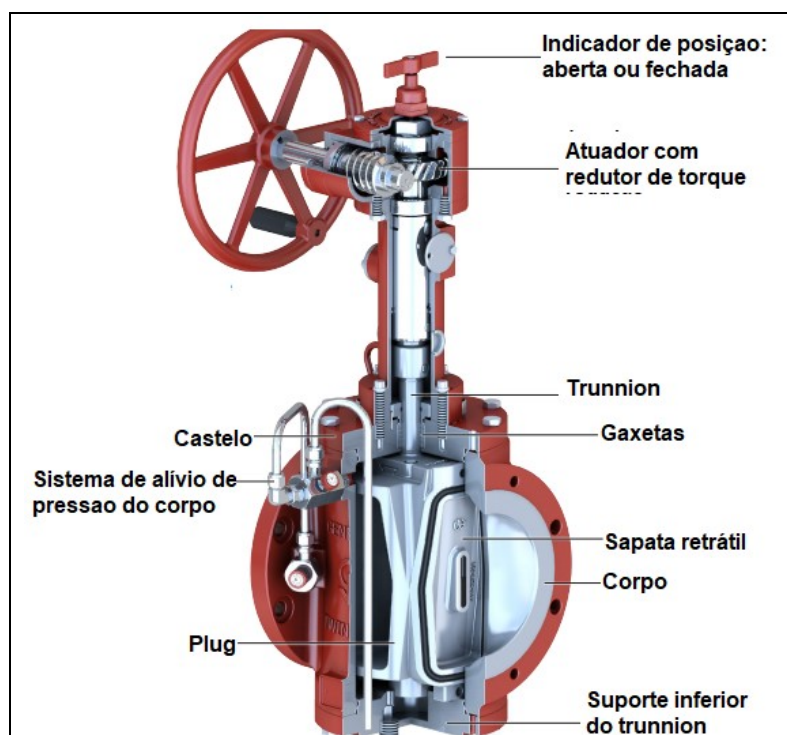


Ilustração da válvula macho de sapatas retráteis

Os diâmetros de passagem e classes de pressão atendem a uma ampla gama de variações, conforme as Normas API Std 6D e ASME B16.34, podendo ser fabricadas com extremidades flangeadas ou para solda de topo *butt weld ends*.

O acionamento pode ser manual, normalmente, com caixa de redução de torque ou com atuador elétrico, pneumático ou hidráulico.:

Também podem ser fornecidas com certificação de baixa emissão fugitiva, conforme Norma ISO 15848 e certificação à prova de fogo *fire-safe*, conforme Norma ISO 10497

Há dois modelos de construção: a válvula *twineseal* ou *twinslip* e a válvula *trueseal* ou *trueplug*

#### **4.6.2. Válvula macho DBB de construção *twineseal* ou *twinslip***

A válvula de construção "*twineseal*" evita o atrito, quando as sapatas ou cunhas se movimentam, sobre as sedes, abrindo ou fechando a válvula.

Isso decorre do funcionamento independente das duas sapatas, que se retraem ou afastam mecanicamente da superfície de assentamento antes da rotação do plugue.

Com isso se minimiza o desgaste e se reduz a manutenção

A válvula macho de sapata retrátil modelo de construção *twineseal* ou *twinslip* é livre de abrasão, mantém um desempenho consistente de vedação dupla e é possível de reparo em linha.

A válvula macho de duplo bloqueio e sangria DBB Cameron do fabricante General Valve é um exemplo de válvula macho de construção *twineseal*, que reduz esse desgaste constante, usando duas cunhas ou sapatas de assentamento montadas independentemente e um plugue cônico, possibilitando uma vedação dupla à prova de vazamentos.

São válvulas de atuação rápida e precisa, com o uso de redutor de torque ou, a depender do porte, com atuador pneumático, elétrico ou hidráulico; de excelente estanqueidade; construção conforme Norma API Std 6D; podendo ser fornecidas com certificação *fire-safe* (ISO 10497) e certificação de baixa emissão fugitiva (ISO 15848)

#### **4.6.3. Válvula macho DBB de construção *trueseal* ou *trueplug***

A vedação da válvula macho *trueseal* ou *trueplug* ocorre quando as sapatas (peça metálica com Viton vulcanizado) entra em contato com o plugue, através do giro de 90° (1/4 de volta).

Um exemplo de válvula macho duplo bloqueio DBB modelo *trueplug* é a do fabricante Fettervalve. Algumas vantagens das válvulas macho da Fettervalve são:

- a. Atuação rápida e precisa devido ao giro de 90° (1/4 de volta), que pode ser realizado através de redutor de torque, atuador pneumático ou atuador elétrico;
- b. Excelente estanqueidade;
- c. Construção conforme Norma API Std 6D;
- d. Certificação *fire-safe* (ISO 10497) e têm monograma da Norma API Std 6D;
- e. Certificação de baixa emissão fugitiva (ISO 15848)
- f. Superfície interna não gera ferrugem devido a revestimentos superficiais não-corrosivos;
- g. A fabricação das válvulas, *kits* de reparo e a assistência técnica são 100% nacional, o que aumenta seu custo-benefício;
- h. Possibilita a substituição da sapata sem a necessidade de remover a válvula da linha.

A desvantagem é que nessa válvula as sapatas não se afastam previamente da sede, antes da rotação do plugue, o que pode levar ao desgaste, por abrasão, com o tempo de uso.

#### **4.7. Válvulas borboleta tri-excêntrica *triple eccentric butterfly valves***

A válvula borboleta tri-excêntrica possui um disco deslocado do centro de sua sede, de forma que, à medida que o disco se move, ele se afasta das sedes, não causando atrito.

Assim, há menos desgaste no metal e outras peças, aumentando a vida útil da válvula.

Além disso, a válvula é capaz de abrir e fechar muito rapidamente.

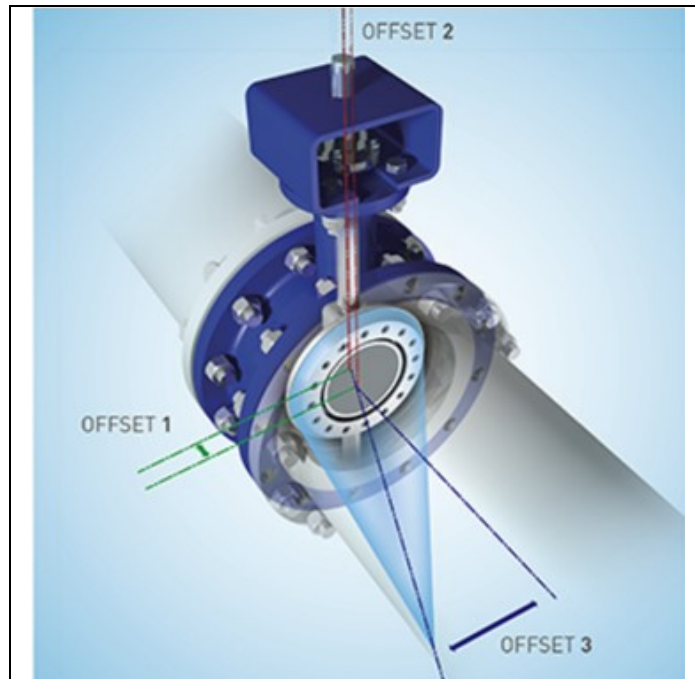
Nas válvulas borboleta tri-excêntricas, a tri-excentricidade permite que inicialmente o disco da válvula borboleta descole da sede, para logo em seguida iniciar sua rotação, sem tocar na sede, e essa característica prolonga muito mais a vedação da válvula e mantém o torque baixo.

As válvulas tri-excêntricas proporcionam boa vedação nos dois sentidos de fluxo, graças as excentricidades ou *offsets*:

- A sede da válvula tem o *Offset 1* em relação ao eixo do disco;



- O eixo tem o *Offset 2* em relação ao centro da tubulação;
- O cone de vedação tem o *Offset 3* em relação ao centro da tubulação.



**Excentricidade offsets das Válvulas Borboleta Tri-excêntricas**

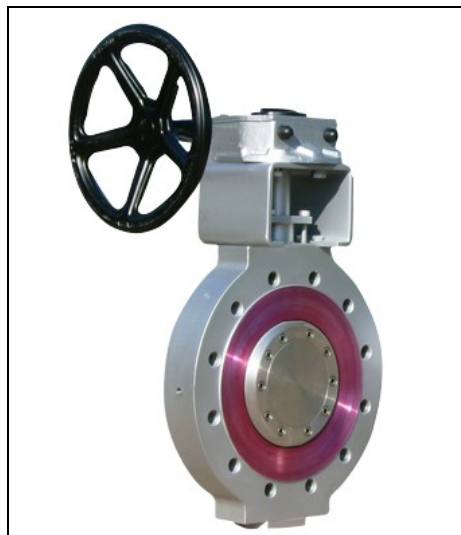
Com essa geometria a sede fica elíptica o que assegura que não exista contato (não há possibilidade de atrito) entre as superfícies metálicas de vedação, nos percursos de abertura e no de fechamento, apenas na posição final de fechamento há o contato entre as sede, do corpo e do disco, assegurando longa vida útil.

A sede no corpo é revestida de metal endurecido, capaz de suportar níveis de alta pressão e temperaturas extremas de calor e frio, até mesmo criogênicas.

E a vedação do disco é composta por anéis lamelares (fabricados de anéis metálicos intercalados com material selante como Grafite ou Teflon PTFE), fixados ao disco.

Tal estrutura provê uma vedação entre o disco e o corpo que promove a boa estanqueidade.

As forças de vedação durante o fechamento são geradas por um torque uniforme, em toda circunferência do disco.



**Válvula borboleta tri excêntrica**

Diâmetros: NPS 2 a NPS 48

Classe de pressão ASME B16.34: 150 300, 600, 900 e 1500

Extremidades: *wafer*, *lug* e flangeadas

Face a face: conforme API Std 609

Acionamento: manual, com caixa de redução de torque ou com atuador elétrico, pneumático ou hidráulico.:

As válvulas borboleta tri-excêntrica também podem ser fornecidas com certificação de baixa emissão fugitiva, conforme Norma ISO 15848 e certificação à prova de fogo *fire-safe*, conforme Norma ISO 10497

A válvula borboleta tri-excêntrica do tipo *wafer*, montada entre flanges não deve ser usada em tubulações de hidrocarbonetos, devido à exposição dos parafusos estojos, que em caso de fogo ao dilatarem permitem a abertura dos flanges e a saída do produto que vai alimentar o fogo..

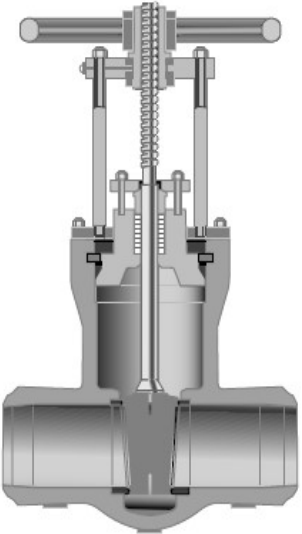
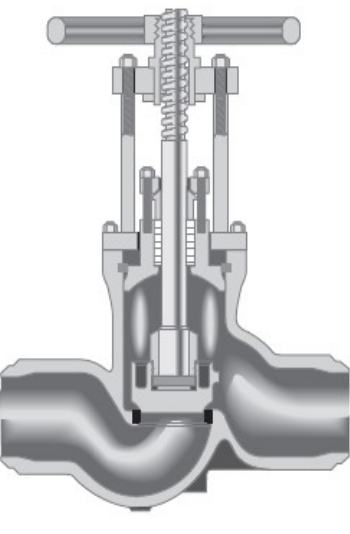
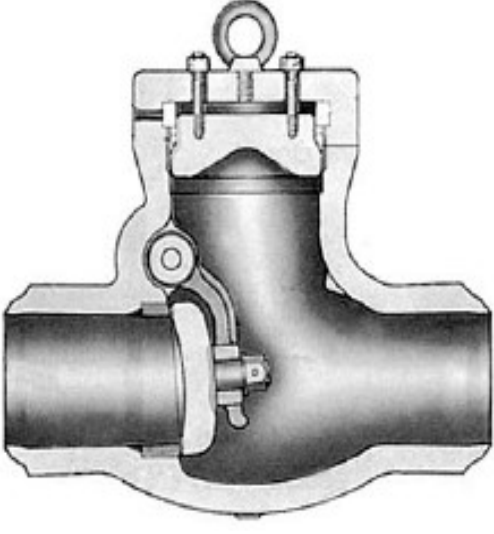
**4.8. Válvulas seladas por pressão *pressure sealed bonnet***

As válvulas seladas por pressão do próprio fluido, para vedação do castelo e da haste *pressure sealed valve*, são empregadas para serviços de classes de pressão ASME600 e acima, como água de alimentação de caldeiras, vapor e condensado, e para fluidos em unidades de alta pressão como Reforma Catalítica de Hidrogênio, Hidrotratamento e Hidrocraqueamento de produtos instáveis.

O projeto e a fabricação são conforme Norma ASME B16.34 e o corpo é forjado, para garantia da qualidade e precisão das folgas internas, difíceis de se conseguir com a fundição, e extremidades para solda, eliminando as ligações flangeadas.

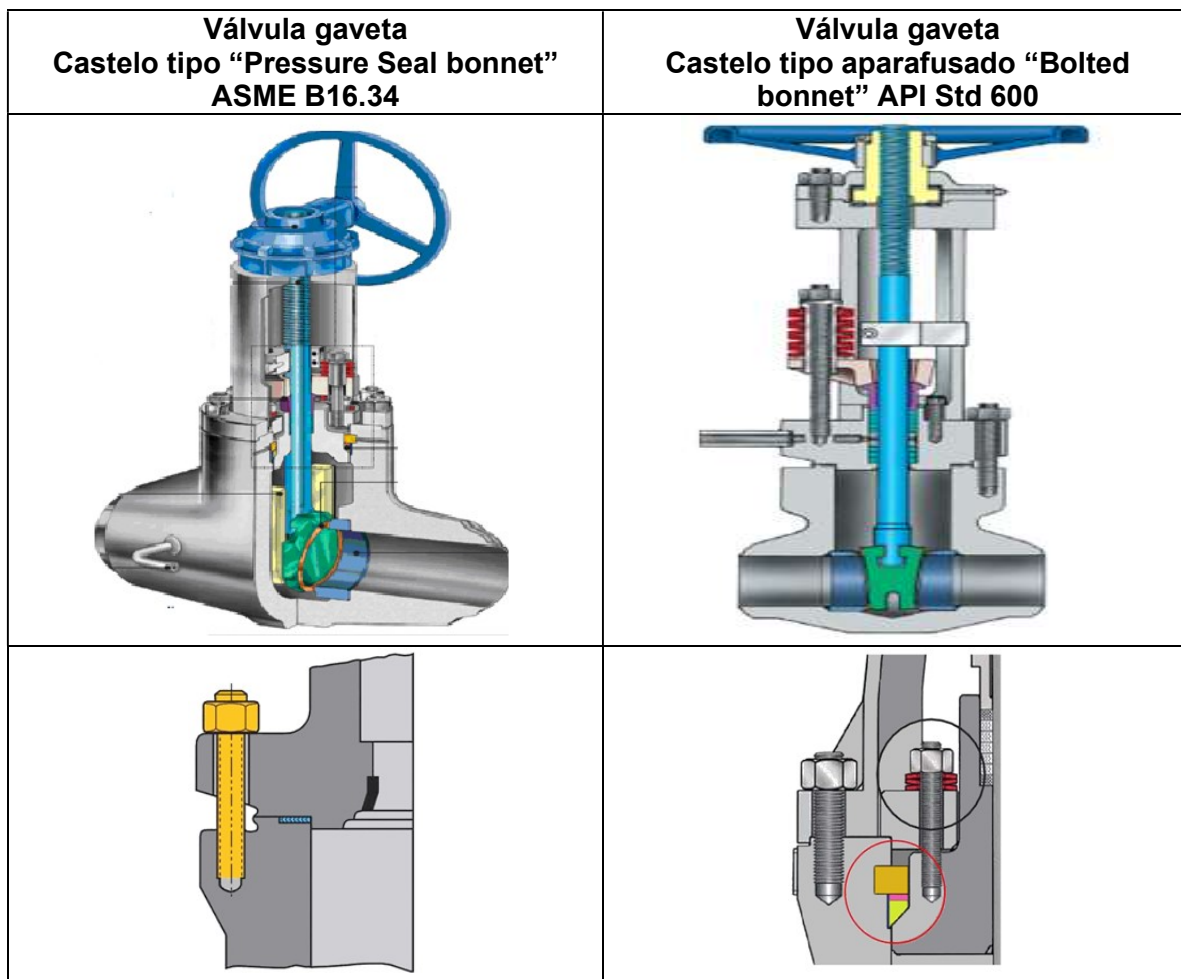
A principal característica é a vedação estanque, entre corpo, castelo, haste e tampa, requerendo pouca manutenção, sendo as superfícies de vedação, do obturador e do anel sede de assentamento, endurecidas com *Stellite* para resistência à erosão.

Utilizar este tipo de construção, castelo selado por pressão (“*pressure sealed bonnet*”), para as válvulas gaveta, globo, retenção e de controle de processo, de classes de pressão 600 e acima, e em serviços de alta pressão com hidrocarbonetos em geral, líquidos e gases, Hidrogênio, água, vapor e condensado.

<b>Válvulas <i>pressure sealed valves</i> Classes 600, 900, 1500 e 2500 ASME B16.34</b>		
<b>Válvula gaveta <i>gate valve</i></b>	<b>Válvula globo <i>globe valve</i></b>	<b>Válvula de retenção de portinhola <i>Swing check valve</i></b>
		

O sistema *pressure seal* consiste na selagem sob pressão entre o corpo, castelo e haste da válvula, utilizando a pressão do próprio fluido de processo, para exercer uma força adicional ao conjunto de vedação, obtendo excelente vedação em válvulas de alta pressão.

As válvulas *pressure seal* apresentam confiabilidade superior às demais válvulas de alta pressão, reduzindo significativamente o desgaste e custos de manutenção.



**Ilustração da comparação entre válvulas de castelo aparafusado *bolted bonnet* e de castelo *pressure seal bonnet***

A característica da válvula *pressure seal* é que a vedação entre o corpo e o castelo aumenta à medida que a pressão interna na válvula aumenta, diferentemente, dos outros tipos de construção, em que o aumento da pressão interna tende a criar vazamentos na junção corpo, castelo e haste.

As válvulas *pressure seal* geralmente estão disponíveis em faixas de diâmetros de NPS 2 a NPS 24 e classes de pressão ASME B16.34 de 600 a 2500, com vários materiais de fabricação de aço Carbono, ligas Cr-Mo e inoxidáveis.

Além de fornecer um nível maior de integridade de vedação, as válvulas de vedação por pressão *pressure seal* têm peso abaixo das válvulas de castelo aparafusado.

Outros componentes envolvidos na vedação são a gaxeta da haste e os O-rings do corpo, normalmente, de grafite flexível com reforço de Inconel, que conferem confiabilidade e desempenho da válvula *pressure seal*, até mesmo para ciclos operacionais frequentes de partida/parada.

#### **4.9. Válvulas de tripla ação de isolamento de reservatórios pressurizados de gases de petróleo**

São válvulas usadas nos parques de armazenamento e processamento de GLP-Gás Liquefeito de Petróleo, propano, propeno, butano, buteno e LNG-Gás Natural Liquefeito, isolados ou em misturas entre si, em qualquer proporção, e pequenas frações de outros hidrocarbonetos, nos estados líquido e gasoso, sob pressão, em esferas e cilindros, de refinarias, terminais, bases de distribuição e instalações de produção de petróleo.

Especificação da Válvula de Fechamento e Isolamento de Emergência instalada no bocal inferior das esferas e cilindros de armazenamento de gases:

1. Informações de projeto
  - a. Válvula de retenção tipo portinhola tri-atuada;
  - b. Fluido: gases de petróleo líquidos ou gasosos;
  - c. Normas de projeto e construção: API Std 6D e ASME B16.34;
  - d. Extremidades flangeadas ou de solda de topo;

- e. Flanges conforme Norma ASME B16.5 Face FR e acabamento da face liso 125 a 250 RMS;
- f. Classe de pressão X temperatura conforme norma ASME B16.34;
- g. Conexões para purga, dreno e respiro: conforme API Std 6D;
- h. Sede de vedação dupla metálica e resiliente;
- i. Classe de vedação conforme Norma ANSI/FCI 70-2-Control Valve Seat Leakage Classifications;
  - Sede metálica Classe V;
  - Sede resiliente Classe VI.
- j. Alternativamente, a classe de vedação pode ter os requisitos da Norma ISO 5208 conforme abaixo:
  - Sede resiliente: Grade A;
  - Sede metálica Grade D.
- k. Distância entre faces ASME B16.10 ou API Std 6D;
- l. Pressão/temperatura de projeto: a ser definido no projeto;
- m. Temperatura mínima de projeto é a temperatura no caso de despressurização do fluido (vazamento) para a atmosfera;
- n. Teste de impacto *Charpy test* no material do corpo e dos flanges na temperatura mínima de projeto.

**Nota:**

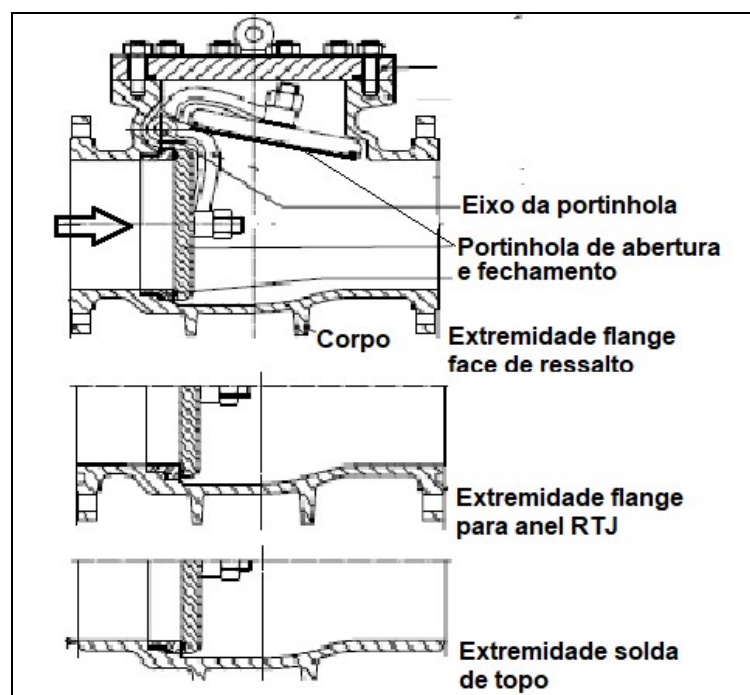
A despressurização no vazamento da fase líquida sempre leva a temperaturas muito menores que o caso da fase gasosa.

Para o GLP fase líquida armazenado a 18 kgf/cm<sup>2</sup> man ao despressurizar para a atmosfera a temperatura cai drasticamente, atingindo na fase líquida -45°C e na fase gás -20°C.

Já no caso de armazenamento de Propeno despressurizando nas mesmas condições, a temperatura atinge -48°C.

**2. Materiais para a válvula com teste de impacto na temperatura de metal mínima -48°C**

- *Body*: corpo Aço carbono ASTM A-352 Gr LCB ou Aço inoxidável ASTM A-351 Gr CF8;
- *Cover*: tampo aço carbono ASTM A-352 Gr LCB ou aço inoxidável ASTM A-351 Gr CF8;
- *Disc*: obturador ou portinhola: aço inoxidável ASTM A351 Gr. CF8M com revestimento resiliente de Teflon PTFE;
- *Seat ring*: sede anel aço inoxidável AISI 304 com revestimento resiliente de Teflon PTFE;
- *Shaft*: eixo aço inoxidável ASTM A 479 Tipo 304;
- Outros internos: aço inoxidável austenítico 304 ou 316;
- Junta de vedação da tampa: junta espiralada ASME B16.20, espirais aço inoxidável AISI 304 e enchimento com grafite flexível HT (“high temperature”);
- *Cover bolting*: estojos, parafusos e porcas de ASTM A 320 Gr L7 / A194 Gr L4 ou Gr7;.
- Conexões para purga, dreno e respiro: conforme API Std 6D.



**Ilustração da válvula de retenção com tripla atuação**

### 3. Tripla atuação

A válvula deve ter três modos de atuação:

1º. Atuação manual, para abertura e fechamento, com volante e caixa de redução.

2º. Atuação remota com atuador pneumático, elétrico ou hidráulico, com vaso acumulador, para garantir o fechamento automático, mesmo na falta de energia, ou seja, para falha segura, sendo a abertura da válvula feita apenas manualmente no local.

A atuação remota deve ser possível da casa de Controle e localmente em painel, à distância segura ao operador, mínima de um diâmetro, a partir da sua projeção horizontal do equipamento, com mínimo de 15 metros.

#### Nota:

No caso de o equipamento ser um vaso cilíndrico, o painel não deve ser posicionado na direção dos tampos.

3º. Atuação de fechamento automático por fusível térmico a 100°C.

O tempo de fechamento da válvula deve ser no máximo em 10 segundos.

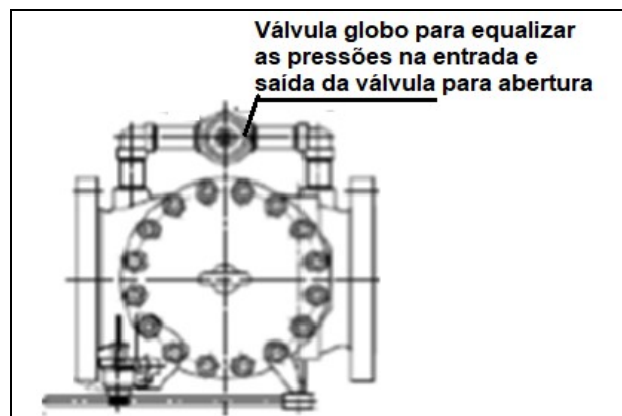
O fechamento deve ser à distância, porém a abertura da válvula só deve ser possível no local e feita manualmente.

### 4. Bypass operacional no corpo da válvula

Para possibilitar a abertura manual da válvula, após o seu fechamento, é necessário a equalização de pressão à montante e à jusante da portinhola de retenção, pois a pressão interna do reservatório (esfera ou cilindro) mantém a portinhola pressionada no sentido do fechamento.

Para isso deve haver um *bypass* no corpo da válvula com válvula globo.

O tubo do “by pass” e a válvula globo, com diâmetro nominal mínimo de 1 ½” sch 80, devem ser de materiais conforme a temperatura -48°C, e a classe de vedação metalxmetal desta válvula globo deve ser Classe V.



### 5. Proteção passiva contra fogo

O atuador e acessórios (filtros, “tubings”, cabos, solenóides, etc.) devem ter proteção passiva contra fogo, por meio de pintura com tinta ablativa (intumescente), que atenda ao requisito de suportabilidade à incidência de chama de hidrocarboneto, conforme Normas API Std 2218 e UL 1709 (Capítulo 3 – Figura 3.1), preservando as características nominais das instalações.

Todo material aplicado em proteção passiva deve possuir certificado de resistência ao fogo para, no mínimo, 2 horas no caso de itens estruturais, conforme testes da Norma UL 1709, e 30 minutos no caso de cabos elétricos e de comando, conforme testes da Norma UL 2196, utilizando-se a curva de rápida elevação de temperatura (típica para fogo de hidrocarbonetos: 1100°C) contida na Norma UL1709.

- UL 1709 Standard for Safety Rapid Rise Fire Tests of Protection Materials for Structural Steel
- UL 2196 Standard for Safety Fire Test for Circuit Integrity of Fire- Resistive Power, Instrumentation, Control and Data Cables

Instalações pneumáticas e hidráulicas com tubing de aço inoxidável não necessitam de proteção passiva.

Os cabos de alimentação elétrica e comando de ESD, a partir da caixa de junção até o atuador, devem atender a uma das soluções técnicas de resistência à chama, a saber:

- Especificação com “à prova de fogo” conforme IEC 60331 (Part 11 e Part 21), DN 1,5 x 1,5 mm, isolamento térmico em mica, par trançado, com blindagem global e fio dreno ou;
- Ser encaminhado em bandeja de leitos de cabos com proteção passiva contra fogo tipo pintura de tinta ablativa (intumescente) ou manta de cerâmica, apropriada para suportar incidência direta de chama por hidrocarbonetos por um período mínimo de 2 horas a 1100°C, conforme Normas API Std 2218 e UL 1709 (Capítulo 3 – Figura 3.1).

Para a proteção de cabos de alimentação elétrica e de comando do atuador, a proteção passiva é obrigatória em toda a sua extensão, independentemente da rota adotada em seu caminhamento na área de processo.

#### 4.10. Válvula de isolamento de inventário - VIE

Os acidentes graves na indústria petrolífera e química são normalmente causados por vazamentos de substâncias perigosas inflamáveis e/ou tóxicos.

Perdas materiais de grandes proporções ocorrem porque vasos, torres, e tanques de armazenamento de plantas de processo, com grandes inventários de produtos, não podem ser isolados em caso de emergências como vazamentos descontrolados e incêndios.

Na indústria de processamento químico há diversas camadas de proteção, normalmente disponíveis para mitigação das consequências, frente a um sinistro envolvendo vazamento de produtos inflamáveis e/ou tóxicos:

- Desligamento remoto dos acionadores de bombas e compressores;
- Sistemas de depressurização de equipamentos;
- Sistemas de resfriamento dos equipamentos e de combate ao fogo;
- Sistema *fire proofing* para proteção contra incidência de chama.

Entre esses sistema se incluem as VIEs-Válvulas de isolamento de grandes inventários em emergências.

A contribuição da VIE-Válvula de Isolamento de Inventários em situações de Emergência, na proteção de unidades de processo e parques de armazenamento de produtos inflamáveis e/ou tóxicos, é a eficácia para impedir, mitigar ou limitar as consequências de sinistros causados por vazamento ou incêndio, tais como:

- Vazamento descontrolado de produto tóxico ou inflamável;
- Fogo oriundo de empoçamento, flasheamento ou jato;
- Dispersão e explosão de nuvens de vapores de hidrocarbonetos.

A boa prática de projeto recomenda a instalação de válvulas industriais de bloqueio em todas as tubulações de saída de equipamentos e, adicionalmente, no LB (Limite de Bateria) de cada unidade industrial, para possibilitar a manutenção.

Porém, a depender do volume do inventário de produto processado na unidade, o emprego das VIEs deve ser avaliado durante Análise de Risco da instalação e se requeridas devem obedecer aos seguintes requisitos mínimos:

- Todas as análises devem considerar o inventário referente ao nível normal de operação;
- Toda VIE deve ser instalada o mais próximo possível do bocal de saída do equipamento, com o inventário perigoso a ser isolado, e não deve haver nenhuma válvula entre o equipamento e a VIE;
- Não pode haver nenhuma conexão de instrumento, pontos de amostragem, drenagens, respiros, nem outras derivações de tubulação, entre a VIE e o equipamento a ser isolado;
- Em nenhum caso pode ser instalada linha de desvio, contorno ou bypass para uma VIE;
- As VIE devem ser instaladas de modo a permitir fácil acesso para manutenção e operação manual;
- Atuação remota com atuador elétrico, pneumático ou hidráulico, com vaso acumulador, para garantir o fechamento automático, mesmo com falta de energia, ou seja, para falha segura, sendo a abertura da válvula feita apenas manualmente no local.
- A atuação remota deve ser possível da Casa de Controle e localmente em painel de botoeira, à distância segura ao operador.

As válvulas VIEs de uso para fluidos inflamáveis e/ou tóxicos devem possuir certificado de conformidade, à prova de fogo, quanto às características construtivas e de desempenho, para válvula tipo *Fire Safe Tested*, conforme Norma ISO 10497 ou API Std 607.

Caso o inventário além de inflamável seja tóxico, válvulas especificadas para o serviço de VIE devem atender ainda aos requisitos de limitação de emissões fugitivas da Norma ISO-15848.

Os seguintes tipos de válvulas, que possuem características especiais, podem fazer a função de VIE, desde que também atendam aos requisitos acima.

- Válvulas de retenção de tripla atuação

As válvulas de retenção de tripla atuação são válvulas especiais, a serem instaladas em tubulações de saída de esferas e cilindros pressurizados, nos parques de armazenamento e processamento de gases liquefeitos de petróleo,

- GLP-Gás Liquefeito de Petróleo, propano, propeno, butano, buteno e
- LNG-Gás Natural Liquefeito,

isolados ou em misturas entre si, em qualquer proporção, e pequenas frações de outros hidrocarbonetos, nos estados líquido e gasoso, em refinarias de petróleo, petroquímicas, terminais, bases de distribuição e instalações de produção de petróleo.

A válvula deve ter três modos de atuação:

- Atuação manual, para abertura e fechamento, com volante e caixa de redução.
- Atuação remota com atuador pneumático elétrico ou hidráulico, com vaso acumulador, para garantir o fechamento automático, mesmo na falta de energia, ou seja, para falha segura, sendo a abertura da válvula feita apenas manualmente no local.
- Atuação de fechamento automático por fusível térmico a 100°C.

- Válvulas borboletas tri excêntricas

As válvulas borboletas tri-excêntricas com os requisitos particulares, da tabela a seguir, também podem fazer a função de VIE.

:

<b>Tipo de válvula</b>	<b>Requisitos técnicos particulares</b>	<b>Observações</b>
Borboleta tri-excêntrica	a. Disco triplo excêntrico; b. Sede primária resiliente e secundária metal-metal; c. Sede metálica revestida com material duro tipo "Stellite" ou Carbetto de Tungstênio; d. Energização mecânica da vedação sede do corpo x sede do disco.	a. Temperatura máxima de operação 400°C; b. Considerar a perda de carga causada pela presença do disco na área de passagem do fluido; c. Não aplicável onde é necessário a passagem de "pig"; d. Evitar o uso com fluidos que arrastam partículas sólidas ou coque ou sujeitos a polimerização de gases pois há o risco de emperramento da válvula; e. Internos de torres como recheios e demisters podem danificar os internos e também causar o emperramento da válvula.

As válvulas borboletas tri-excêntricas têm sido muito empregadas na aplicação como VIE de contenção de inventário de tanques de armazenamento.

Nesta condição a válvula é instalada como primeiro bloqueio, entre o tanque e a tubulação de descarga ou saída do produto.

É considerada uma boa prática de engenharia, ao atenderem aos requisitos *fire-safe*, particularmente para tubulações de grande diâmetro, pois, são mais leves do que as válvulas tradicionais.



**Ilustração de válvula borboleta tri excêntrica acionada por atuador**

#### **4.11. Válvulas de controle de processo**

As plantas industriais possuem em seu projeto físico malhas de controle, que permitem monitorar e controlar variáveis de processo como temperatura, vazão, nível e pressão, principalmente. Para que isso ocorra, é necessário a medição da variável de processo, a ser controlada, e comparação com o seu valor desejado ou pré-estabelecido (“*set point*”), e caso haja algum desvio ou erro, é corrigido, enviando um sinal para o elemento final de controle, no caso a válvula de controle, que procede a abertura ou fechamento no fluxo do fluido.

Em uma malha de controle há diversas variáveis de processo, de monitoração permanente, para que o fluxo dos fluidos esteja de acordo com os valores e parâmetros especificados no projeto. A válvula de controle é o elemento final da malha de controle, que recebe um sinal de comando para ajustar sua área de passagem, de modo a controlar, automática e remotamente, o valor da vazão do fluido de processo, seja líquido, gás ou vapor, nos diversos processos industriais.

##### Nota:

As malhas de controle têm a função de manter uma ou mais variáveis de processo dentro de limites especificados, com comando de manobra visando a atuação de um elemento final, que pode ser uma válvula de controle, ou válvula “on-off”, ou relé de partida de um equipamento etc.

Válvula de controle é o nome genérico para designar as válvulas automáticas, isto é, funcionam sem intervenção humana, usadas em combinação com instrumentos denominados sensores, instalados à jusante da válvula, que medem a grandeza a controlar, seja a vazão, a pressão ou a temperatura ou o nível de um fluido, para comparação com o valor de projeto..

A válvula é sempre acionada por um atuador, que atua diretamente sobre o componente interno, que controla abrindo ou fechando a válvula, a partir da informação do sensor, mantendo a variável dentro de parâmetros preestabelecidos.

Os atuadores das válvulas de controle devem ser, preferencialmente, pneumáticos, outros tipos de atuadores tais como hidráulico, eletrohidráulico ou motor elétrico devem ser restritos a serviços especiais.

Dimensões e conexões padronizadas de válvulas de controle:

- a) os tipos de conexões devem estar de acordo com a especificação de material *spec* da tubulação;
- b) o menor corpo de válvula de controle permitido é de NPS  $\frac{3}{4}$ ;
- c) o diâmetro do corpo deve ser, no mínimo, superior à metade do diâmetro nominal da tubulação;
- d) dimensões face-a-face conforme o tipo de válvula:
  - globo: de acordo com a classe de pressão e o tipo de conexão, atender às Normas ISA 75.08.01, ISA 75.08.05, ou ISA 75.08.06;
  - esfera: ASME B16.10;
  - borboleta: API STD 609.

O arranjo de instalação da válvula de controle é composto de:

- Corpo, que é a própria válvula;
- Atuador, que movimenta a haste ou eixo do obturador interno da válvula e que pode ser pneumático, hidráulico ou elétrico;
- Sensor, que é o instrumento que mede a variável de processo a ser controlada;



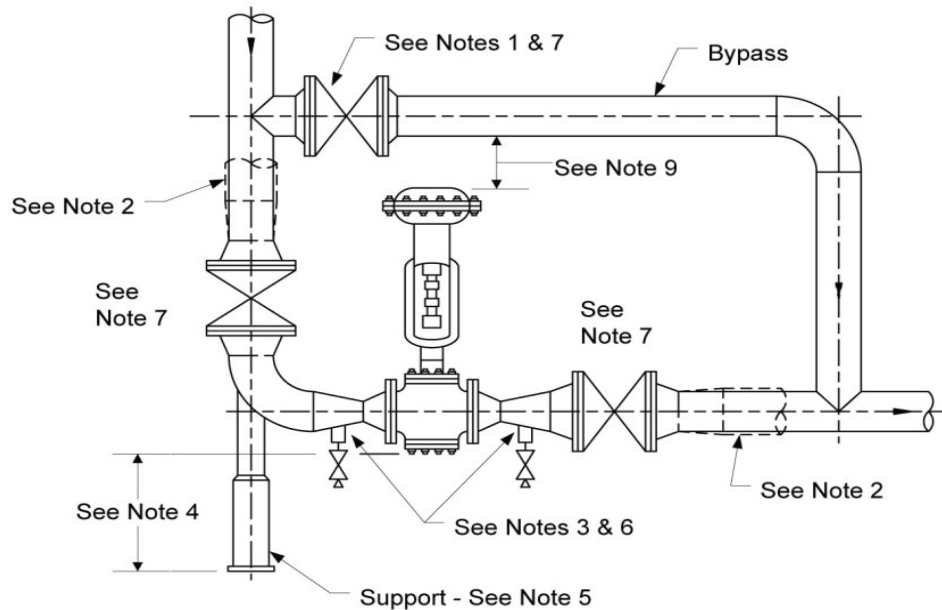
- Posicionador, que tem como função controlar o funcionamento do atuador, abrindo ou fechando, proporcionalmente, a válvula e pode ser elétrico ou pneumático.

**Nota:**

O posicionador é conectado mecanicamente à haste ou eixo da válvula, permitindo que a posição da válvula seja comparada com a posição solicitada pelo controlador. Quando um sinal de controle difere da posição do atuador da válvula, o posicionador se ajusta para atingir a posição desejada. Com o uso do posicionador, é possível controlar a porcentagem de abertura da válvula.

Os posicionadores devem possuir as seguintes características:

- a) ser eletrônicos microprocessados e programáveis;
- b) prover a recepção do sinal no mesmo meio físico que a alimentação elétrica (dois fios) e operar em 24 VCC, com uma resistência de loop máxima de 600 ohms;
- c) possuir monitoração de travamento do conjunto haste/obturador ou aperto da gaxeta;
- d) ser capazes de armazenar as curvas de linearização da válvula;
- e) ser providos de indicação da pressão de ar de suprimento, do sinal de saída do posicionador e da indicação de posição da válvula.



**Typical Control Valve Manifold**  
Referência: API RP 553

**Notes:**

- (1) Bypass valve size should be equivalent to Control Valve size (i.e. as close to equivalent Cv as possible).
- (2) Reduce line size ahead of the block valves so that the manifold pipe size and the control valve fall within the relationships.
- (3) Where control valve is line size, provide minimum straight length of six inches or one pipe diameter, whichever is larger. For rotary control valve, allow sufficient length of straight pipe on one side of the valve to permit removal of line flange bolting.
- (4) Install control valve close to grade or platform with a 30 mm (12 in.) minimum under clearance.
- (5) Support control valve manifold.
- (6) An NPS 3/4 (DIN 20) bleeder valve should be installed between the block valves and the control valve.
- (7) Block and bypass valve sizes should be standard sizes.
- (8) Expander and reducing flanges should not be used in control valve manifolds.
- (9) Clearance should be provided to permit the removal of the actuator with the valve in the line. This dimension should not be less than 300 mm (12 in.).

As principais funções das válvulas de controle são:

- Válvulas de controle de vazão *flow control valves*;
- Válvulas de controle de pressão *pressure control valves*;
- Válvulas de controle de temperatura *temperature control valves*;
- Válvulas de controle de níveis de fluidos *level control valves*.

É importante que as válvulas de controle atendam às exigências de normas específicas para válvulas, como a Norma ASME B16.34, para garantia da qualidade de projeto e fabricação, e quando aplicáveis atender aos requisitos de *fire safe* e *low emission*.

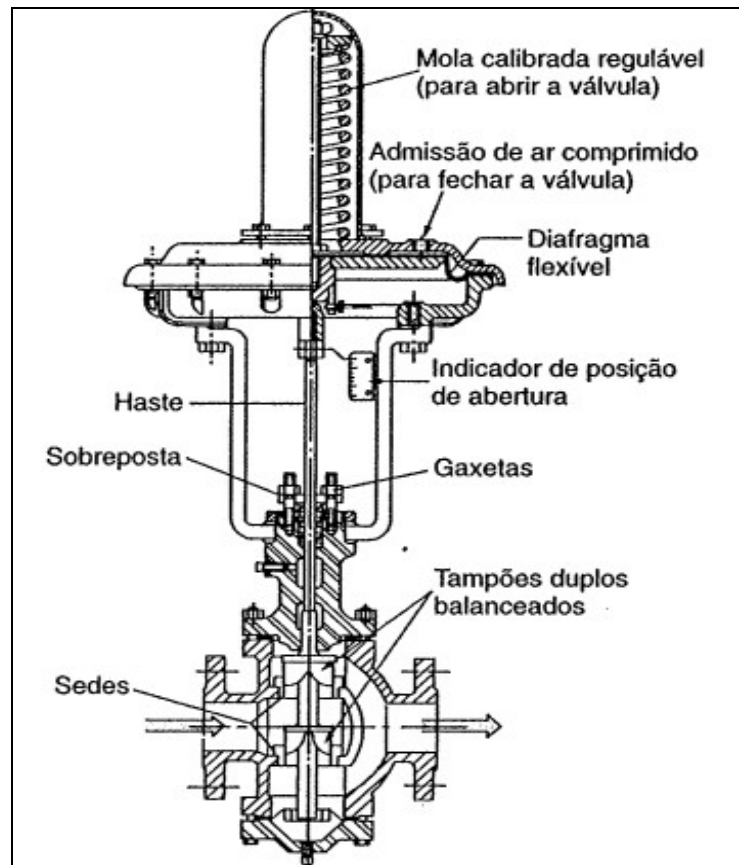


Ilustração típica de válvula de controle

Referência

Aplicações e processos de trabalho da válvula de controle

<https://casadasvalvulasmg.com.br/aplicacoes-processos-valvula-de-controle/>

#### 4.12. Válvula de segurança e alívio de pressão *Safety and relief valves* de Vasos de Pressão, Caldeiras e Tubulações

São válvulas destinadas ao alívio da pressão interna de equipamentos ou sistemas de tubulações, abrindo automaticamente, quando a pressão ultrapassar um determinado valor para o qual a válvula é calibrada, chamada de pressão de ajuste *set pressure* ou de abertura da válvula.

O fechamento, após o alívio, é também automático e ocorre quando a pressão interna cai abaixo da pressão de ajuste.

São, normalmente, dos seguintes tipos:

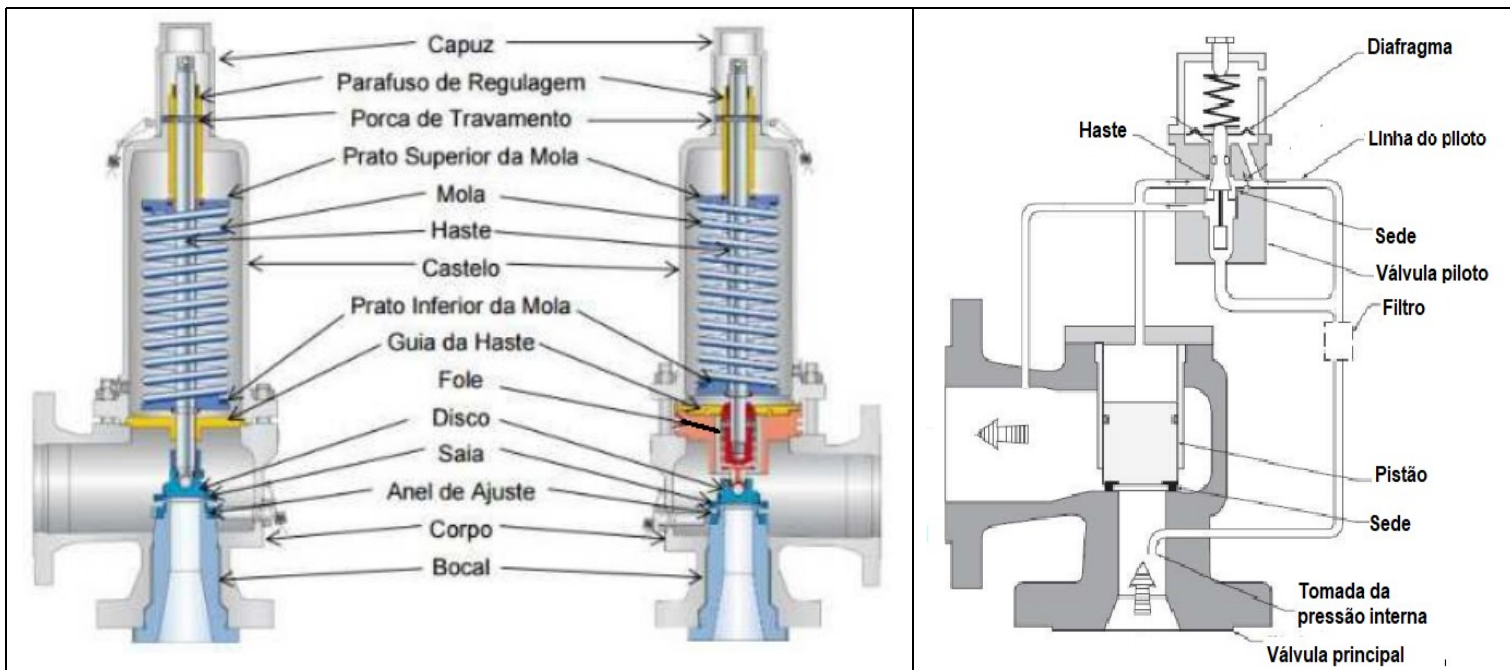
- Válvula de alívio de pressão com mola convencional;
- Válvula de alívio com mola e balanceada com fole;
- Válvula de alívio de pressão operada por piloto ou piloto-operada.

Notas:

1. As válvulas balanceadas com fole são indicadas para situações especiais de serviços, onde os fluidos descartados são corrosivos, muito sujos, tóxicos ou letais, e o fole tem a função de proteger e preservar os internos da válvula contra o ataque do fluido.

Além disso, impede o vazamento para o ambiente, em caso de problema na vedação entre o disco e a sede da válvula

2. As válvulas de alívio de pressão piloto-operada são válvulas de alívio do excesso de pressão, em que a válvula de alívio principal é combinada e controlada por uma válvula de alívio de pressão auxiliar auto-atuada, chamada de piloto.



**Ilustração dos componentes de PSV convencional, PSV balanceada com fole e PSV piloto operada**

As válvulas de alívio de pressão utilizadas para líquido denominam-se *PRV-Pressure Relief Valve*, em que o alívio do excesso de pressão é de forma progressiva e proporcional ao aumento de pressão, e é aplicada em serviços com fluidos incompressíveis, ou seja, fluidos no estado líquido.

As válvulas de alívio de pressão utilizadas para vapor ou gás ou ar denominam-se *PSV-Pressure Safety Valve*, em que o alívio do excesso de pressão é de forma rápida e instantânea (ação "pop"), aplicada para serviços em que os fluidos são compressíveis, como ar, gases e vapores.

As válvulas de alívio e segurança *Safety Relief Valve* aplicam-se, indistintamente aos fluidos compressíveis ou incompressíveis.

As válvulas de alívio de pressão são dispositivos de segurança e devem ser testadas e certificadas, por entidades de terceira parte *third part*, conforme o padrão técnico definido pelo Código ASME, para a execução dos testes de certificação da vazão.

Os testes são detalhados e executados de acordo com o National Board, que é a organização designada pelo ASME, como responsável por assistir os testes, aprovar e conceder o Selo ASME ao fabricante.

Nessa função de alívio de pressão há também os discos de ruptura *rupture discs*, que são considerados dispositivos de proteção, não válvulas.

O disco de ruptura é um dispositivo de alívio de pressão que não fecha após a abertura, e é projetado para se romper a uma pressão e temperatura predeterminadas.

Os discos de ruptura também são dispositivos de segurança e devem ser testados e certificados, conforme o padrão técnico definido pelo Código ASME, para a execução dos testes de certificação da vazão.

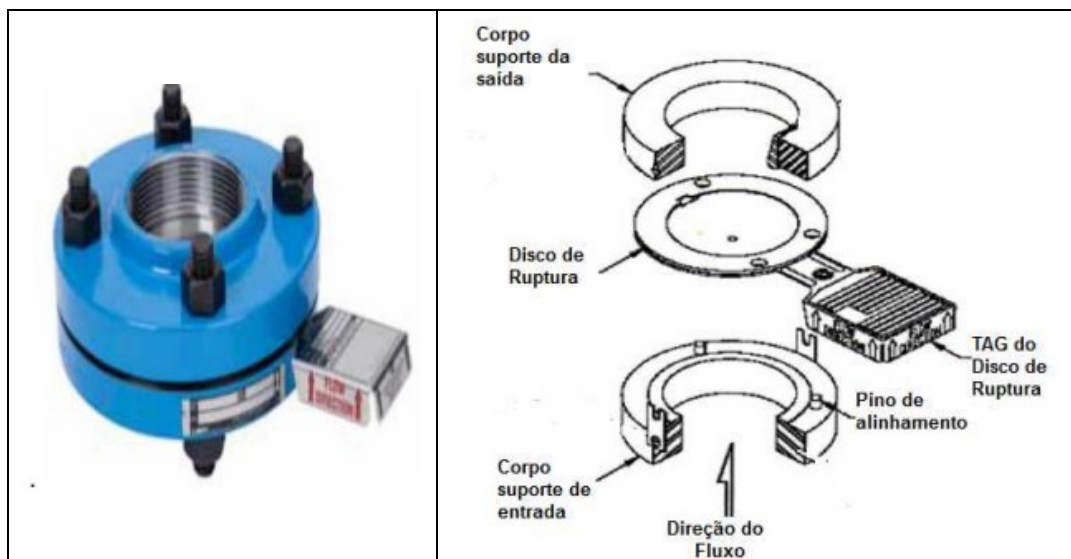


Ilustração de um disco de ruptura

#### 4.13. Válvula de alívio de pressão e vácuo de tanque de armazenamento de teto fixo

Nos tanques de teto fixo acumula-se um volume apreciável de gases e vapores, sobre o nível do líquido armazenado, chamado de espaço de vapor.

No enchimento há expulsão dos vapores e gases contidos no espaço de vapor do tanque; enquanto no esvaziamento há a entrada de ar no espaço de vapor, que ao se tornar não saturado, induz à nova evaporação das partes mais voláteis do produto armazenado.

Outras situações que também contribuem para as perdas são as variações climáticas ou ambientais de temperatura (noite e dia; chuva e sol; verão e inverno) e o efeito de vento sobre o tanque, que fazem o tanque “respirar”, exalando os vapores internos ou admitindo o ar atmosférico, na medida em que o volume do produto expande ou contrai, pela variação da temperatura.

Nessas situações pode ocorrer ou a sobrepressão ou o vácuo interno no tanque.

As causas mais frequentes de sobrepressão interna são:

- Enchimento do tanque com vazão excessiva;
- Evaporação súbita de condensado, ao vazar de sistema de aquecimento com vapor d’água;
- Entrada de água junto com o produto;
- Radiação térmica de fogo externo.

Já o vácuo é atribuído a acidentes com vazão excessiva durante esvaziamento ou na lavagem com vapor d’água (“*steam out*”) do tanque, quando ocorre a condensação desse vapor.

A válvula de alívio de pressão e vácuo de tanque de teto fixo é uma válvula combinada de alívio de pressão e de vácuo, normalmente, acoplada com um dispositivo corta-chamas

Ela é usada como dispositivo de segurança dos tanques para proteção contra pressão e vácuo acima de valores admissíveis.

Além de proteger também reduzem as emissões evaporativas do produto armazenado para o meio ambiente.

São de uso obrigatório nas seguintes situações:

- Para líquidos com ponto de fulgor  $\leq 60^{\circ}\text{C}$ ;
- Para líquidos com ponto de fulgor superior a  $60^{\circ}\text{C}$ , quando se deseja recuperar o vapor do líquido armazenado;
- Quando o produto é aquecido bem próximo ou acima de seu ponto de fulgor;
- Para tanque de pequena pressão interna, conforme API Std 650 - Anexo F;
- Quando o tanque tem selagem com gás inerte sobre o produto.

Para uso em tanques de armazenamento atmosférico de teto fixo, a válvula deve estar na condição de totalmente aberta, na pressão interna de 37 mm H<sub>2</sub>O ou de vácuo de 25 mm H<sub>2</sub>O, na vazão máxima.

Para tanques de teto fixo de pressão interna, a válvula deve estar totalmente aberta na pressão de projeto do tanque.

A pressão de ajuste da calibração da válvula depende do valor da sobrepressão, a ser informado pelo fabricante da válvula.

As válvulas de pressão e vácuo devem garantir as seguintes funções, conforme a norma API Std 2000:

- Permitir a admissão da vazão de ar necessária durante o esvaziamento do tanque ou na contração do volume de produto, nas variações de temperatura;
- Permitir a saída dos vapores e gases durante o enchimento do tanque ou na expansão do volume de produto, nas variações de temperatura, ou pela vaporização natural dos componentes mais voláteis.
- Reduzir as perdas dos componentes voláteis do produto armazenado, que ao serem expelidos permanecem nas vizinhanças do tanque, criando as condições de risco de fogo e a poluição ambiental.
- Não engolir, ou seja, não permitir a entrada da chama de fogo externo, daí o seu uso obrigatório com corta-chamas;
- Resfriar o ar quente que penetra no tanque, em caso de esvaziamento durante fogo externo.

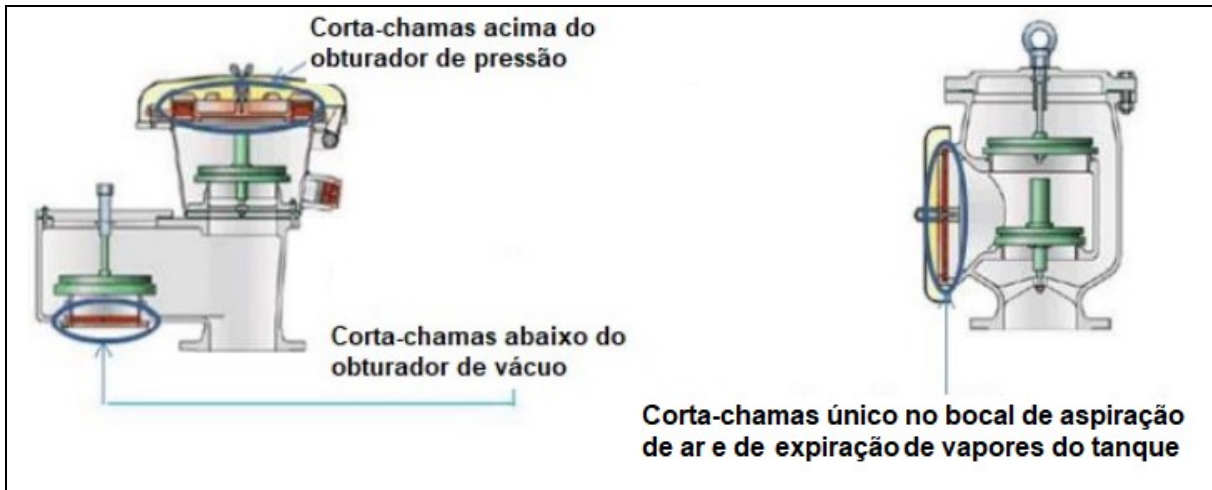
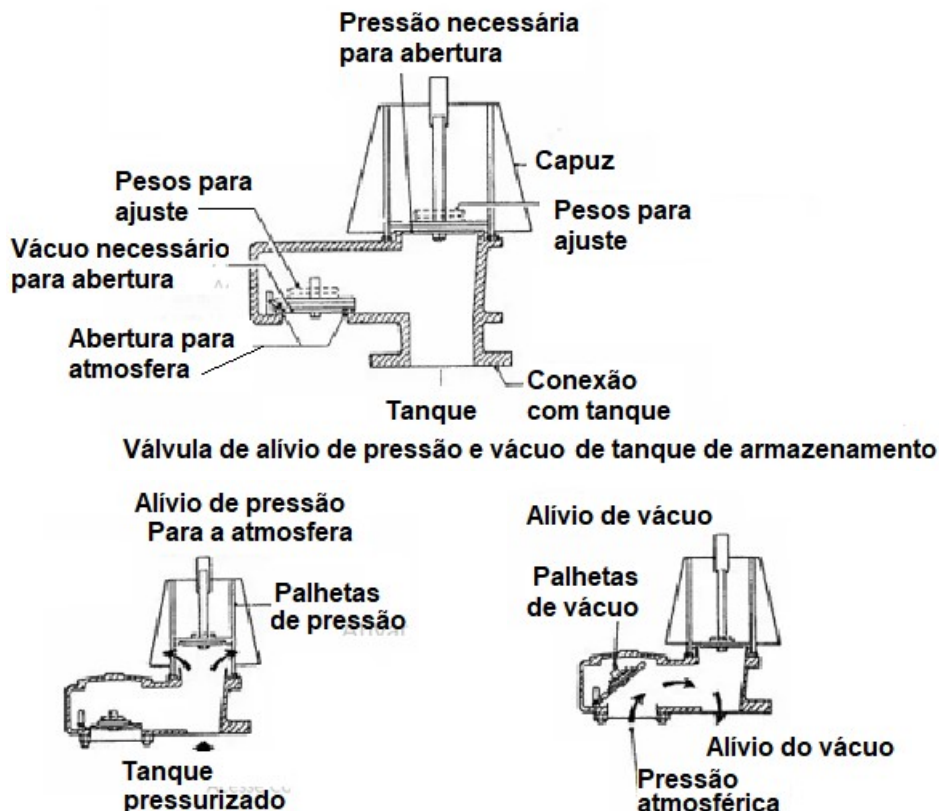
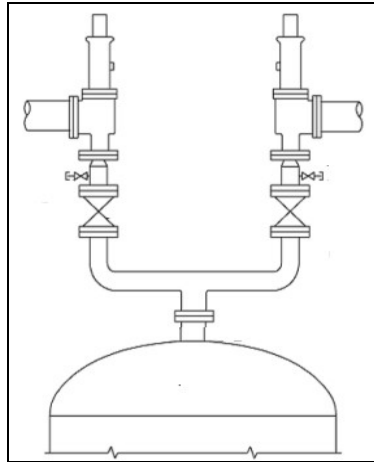


Ilustração de Válvula de alívio de pressão e vácuo de tanques de armazenamento



**4.14. Válvula de troca ou comutadora de Válvulas de Alívio e Segurança-PSVs geminadas**  
 O uso de válvulas de alívio e segurança PSVs geminadas (isto é, PSV adicional reserva com 100% de capacidade da vazão de alívio), visa permitir o trabalho de remoção para inspeção e

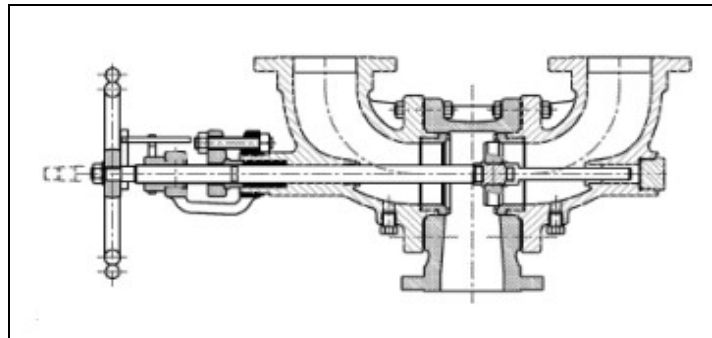
manutenção das PSVs, independentemente, isto é uma de cada vez, sem afetar a capacidade de alívio requerida pelo equipamento e sem interromper a operação da planta. Isso é conseguido, simplesmente, trocando a válvula titular pela reserva (“*stand-by*”), fechando ou abrindo completamente as respectivas válvulas de bloqueio, mantendo-se a proteção do equipamento ou sistema contra o aumento da pressão.



**Esquema da instalação com bloqueio convencional de PSVs geminadas**

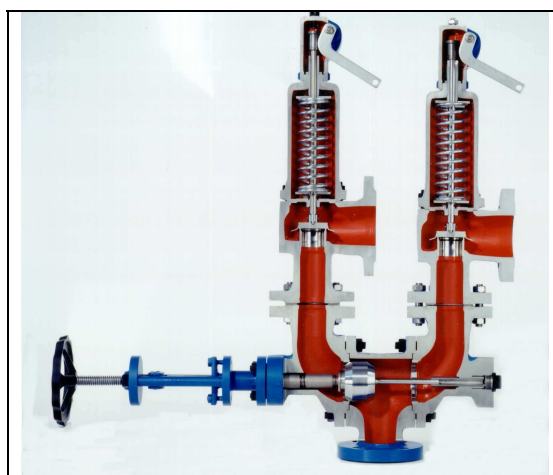
Em lugar das válvulas de bloqueio tradicionais, que obrigariam montar um sistema de intertravamento entre elas, de modo a garantir que a entrada de uma PSV esteja aberta ao se bloquear a outra, utilizam-se as válvulas de troca ou comutadoras *changeover valves*.

As válvulas comutadoras são válvulas que trocam o sentido de fluxo do fluido da PSV titular para a PSV reserva e vice-versa.



**Válvula de desvio ou de troca ou comutadora de PSVs**

Dessa forma, a válvula comutadora garante que ao se fechar a entrada de uma das PSVs, automaticamente, se abre a entrada da outra PSV.



**Ilustração do fabricante Leser da instalação com válvula comutadora de PSVs geminadas**

No caso de as PSVs estarem interligadas a um coletor de retorno, é necessário instalar uma válvula de troca à entrada e outra à saída de cada PSV, intertravadas de modo que ao ser fechada a entrada e a saída de uma PSV, é automaticamente aberta a entrada e a saída da outra

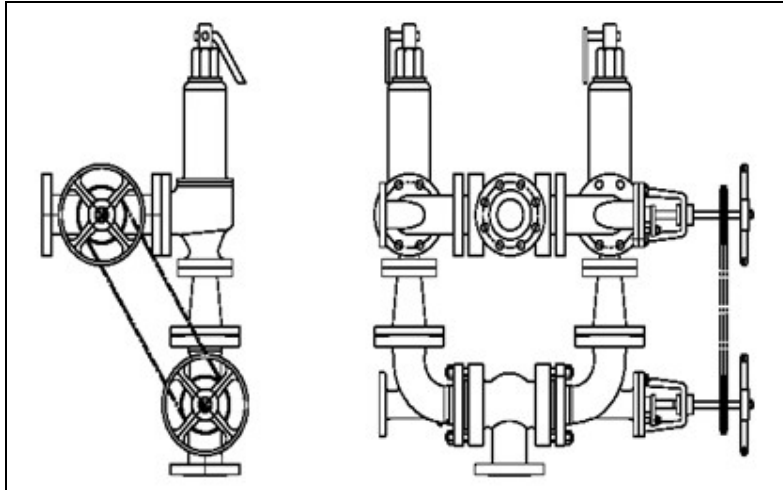


Ilustração da montagem de válvulas de troca intertravadas

### 5. Válvulas com Especificação Técnica e Folha de Dados

Estas são válvulas muito particulares, de porte e peso consideráveis, utilizadas para funções muito específicas nas Unidades de Processo mais críticas, de refinarias de processamento de óleo&gás e petroquímicas.

As principais são:

- Válvula de isolamento absoluto de linhas e coletores de Tocha
- Válvula de isolamento de topo e de fundo de Tambor de Coque
- Válvula “slide valve” de controle de fluxo de catalisador regenerado de UFCC
- Válvula “slide valve” de controle de fluxo de catalisador gasto de UFCC
- Válvula “slide valve” de controle de gases de combustão de UFCC
- Válvula “plug valve” de controle de fluxo de catalisador de UFCC
- Válvula de bloqueio e isolamento da Torre Fracionadora de UFCC
- Válvula de retenção e controle tipo “isochek valve” da descarga do soprador de ar de UFCC
- Válvula “diverter valve” de sistema de gases de combustão de UFCC
- Válvula de controle de admissão de Turboexpansor de UFCC
- Válvula “goggle valve” de fechamento e isolamento absoluto de Turboexpansor de UFCC
- Válvula “withdrawal valve” de Sistema de 3º Estágio de Ciclones de UFCC

Nota:

UFCC - Unidade de Craqueamento com Catalisador Fluidizado de hidrocarbonetos pesados

Estas válvulas são normalmente, de grandes dimensões e pesos elevados, e adquiridas como equipamentos, isto é, com Especificação Técnica, Folha de Dados e Desenho de Conjunto.

#### 5.1. Válvulas de isolamento absoluto de linhas e coletores de sistemas de Tocha *Flare*

Nos eventos de manutenção ou reparo de unidades de processo, equipamento, tubulação, coletor ou duto, é necessário, por segurança, o isolamento ou bloqueio absoluto *zero leakage* para:

- Assegurar a integridade física do trabalhador;
- Aumentar a segurança da unidade;
- Impedir o vazamento de produto;
- Evitar a contaminação ambiental;
- Prevenir a poluição atmosférica.

Em geral, um bloqueio pode ser feito com válvula ou raquete ou “figura 8”, porém o isolamento seguro ou absoluto *zero leakage* só é conseguido com raquete ou “figura 8”, pois, normalmente, as válvulas permitem vazamentos causados por desgaste, má manutenção, má utilização, corrosão/erosão e falta de alinhamento ou deformação da tubulação ou duto.

Nota:

Por definição, bloqueio absoluto é o fechamento hermético da tubulação, garantindo que não há qualquer possibilidade de fluxo do fluido interno para o exterior.

O único bloqueio considerado de estanqueidade total, seguro, absoluto, “*man safe*” ou “*zero leakage*” é o raqueteamento.

As válvulas de bloqueio dos tipos gaveta, esfera, macho e borboleta não garantem o bloqueio absoluto e requerem o raqueteamento.

O raqueteamento com raquete ou “figura 8” inserida entre dois flanges, munidos de juntas de vedação, assegura o fechamento totalmente hermético, mas apresenta problemas, durante as etapas de inserir, remover ou trocar a raquete ou a “figura 8”, particularmente, por ocorrer um longo período de tempo de vazamento do fluido interno, gases tóxicos e/ou inflamáveis, para atmosfera,. Este tempo de vazamento é causado por vários inconvenientes:

- a. Dificuldade de remoção dos parafusos e porcas, que, em muitos casos, estão oxidados;
- b. Impossibilidade de separação dos dois flanges, obrigando a utilização de alavancas ou mesmo máquina, para o deslocamento da linha;
- c. Substituição das juntas de vedação;
- d. Inserção ou remoção da raquete ou “figura 8”;
- e. Recolocação e aperto dos parafusos e porcas.

A liberação de equipamentos e tubulações do sistema de Tocha de Segurança *Flare*, de queima dos gases residuais de uma instalação industrial, requer o bloqueio garantidamente seguro, para a intervenção e execução de trabalhos de inspeção e manutenção, nas linhas conectadas ao sistema. É uma operação de risco, pois os gases efluentes das plantas de processo carregam produtos inflamáveis e poluentes tóxicos.

Por outro lado, as válvulas industriais utilizadas para bloqueio, do sistema de tocha, não são adequadas a esta função, pois é comum haver passagem interna com o tempo de operação, perdendo a garantia de bloqueio, quando necessário.

As manobras de remoção e inserção da raquete ou “figura 8”, no sistema a ser mantido, são as fases mais importantes e devem ser suficientemente rápidas, para expor, o mínimo possível, os executantes do serviço.

Para solucionar esses problemas, em sistemas de tubulações para tocha *flare*, é comum a utilização de válvulas de isolamento absoluto, do tipo obturadores ONIS, para fechamento e abertura das tubulações, nas paradas de manutenção ou de emergências, se dispensando as válvulas de bloqueio.

Embora sejam muito rápidas as manobras de fechamento ou abertura do obturador ONIS, para reduzir ao mínimo as emissões, por questão de segurança, providencia-se, previamente, as injeções de Nitrogênio ou vapor d’água, à montante e à jusante do obturador.

Consequências do uso de obturador ONIS em relação às “figuras 8” são:

- Reduz o tempo de liberação do sistema para os serviços e, depois, para o retorno à operação;
- Aumenta o grau de segurança nas operações de bloqueio para liberação;
- Evita a exposição de pessoas, pois, pode ser de acionamento à distância;
- Reduz os custos em relação às operações de movimentação da figura 8 (apenas uma pessoa realiza toda a operação);
- Reduz riscos de vazamentos.

Os Obturadores ONIS não são válvulas e substituem com vantagens a raquete e a “figura 8”.

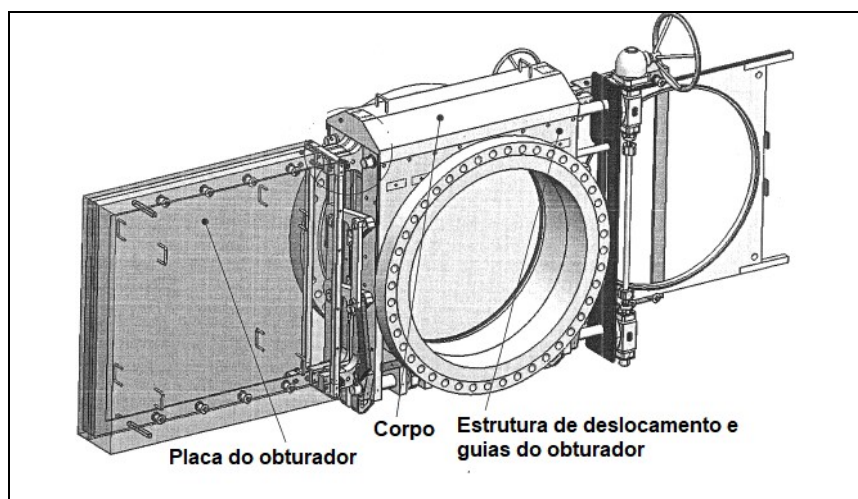


Ilustração típica de obturador ONIS de grande porte



Há dois acionamentos para os obturadores ONIS, o de abertura e fechamento e o acionamento de inserção ou retirada do obturador tipo placa, que dependendo do porte da ONIS, podem ser simplesmente manual, manual com redutor, acionador elétrico, hidráulico ou pneumático.

<b>Diâmetro nominal</b>	<b>Acionamentos de abertura e fechamento da ONIS Classe de pressão 150</b>	<b>Tempo para fechamento</b>
Até NPS 10	Acionamento manual por alavanca Placa deslizante (slide): acionamento manual	menos de 1 minuto
De NPS 12 a 24	Acionamento por redutor (hand well & gear box) Placa deslizante : (slide): acionamento manual	menos de 5 minutos
De NPS 26 a 60	Acionamento por redutor (hand well & gear box) Placa deslizante:(slide): acionamento por redutor “hand well & gear box ou rack & pinion”.	menos de 8 minutos

Obs.: Informações do fabricante ONIS

Vantagens do uso do obturador ONIS:

- Minimiza ou elimina as perdas e emissões de líquidos e gases;
- Diminui a exposição dos operadores a hidrocarbonetos e outros contaminantes;
- Minimiza ou elimina a necessidade de EPIs-Equipamentos de Proteção Individual, pois permite operação remota;
- Minimiza as perdas acidentais de hidrocarbonetos e outros contaminantes;
- Reduz significativamente os riscos de acidentes;
- Permite uma operação mais confiável e segura.

## **5.2. Válvula de abertura e fechamento de topo e fundo de Tambor de Coque de UCR- Unidade de Coqueamento Retardado**

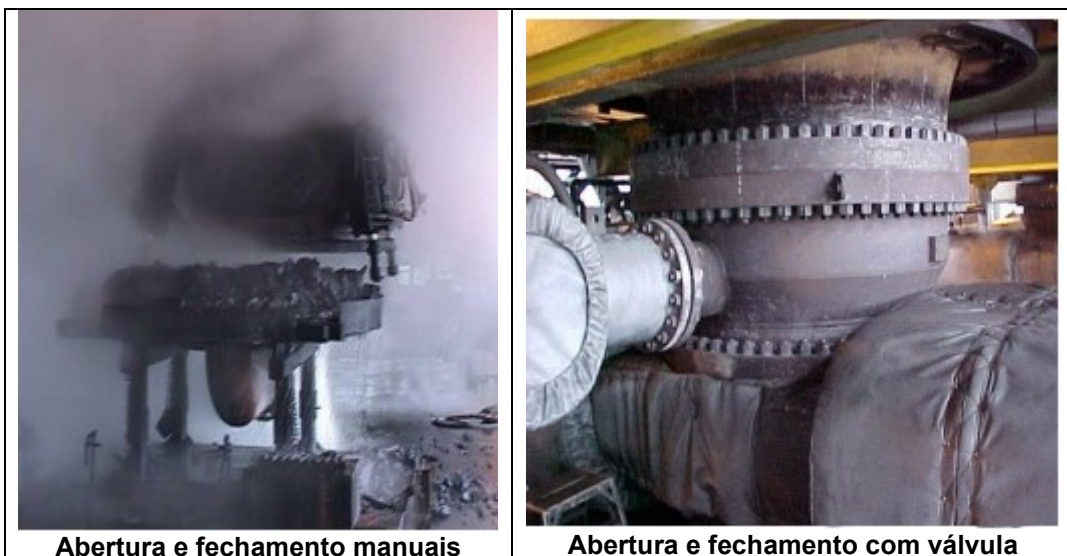
As UCR-Unidade de Coqueamento Retardado são consideradas unidades de “fundo de barril”, pois, otimizam o aproveitamento do petróleo, processando as frações mais pesadas das unidades de destilação atmosférica e a vácuo.

A carga são os resíduos de fundo da destilação que se transformam em coque mineral nos Tambores de Coqueamento.

O processamento é por bateladas e a cada 18 a 24 horas, há a abertura dos bocais de fundo e de topo, para remoção do coque produzido e a saída dos gases resultantes das reações de craqueamento térmico, em torno de 500°C, e ocorre um novo ciclo de produção.

A retirada do coque e a saída dos gases são controlados por válvulas especiais, de grande porte e projetadas para as altas temperaturas.

Ao longo do tempo houve uma evolução desde a abertura manual dos bocais de fundo e de topo, com sérios riscos aos executantes, até a solução atual das válvulas automatizadas, operadas e controladas, remotamente, através de atuadores e estações de energia elétrica e hidráulica.



**Abertura e fechamento manuais**

**Abertura e fechamento com válvula**

Ambas as válvulas, a do bocal superior de saída dos gases e a do bocal de fundo de saída do coque produzido, apresentam as seguintes vantagens:

- Operadas remotamente com sistema de atuação eletrohidráulica e sistema de controle;
- Nenhuma exposição ao pessoal de operação e aos executantes;
- Isolamento total do Tambor de Coqueamento;
- Operável remotamente;
- Sem troca de ferramentas;
- Não é necessário desmontar, limpar e remontar a cada ciclo.

São válvulas projetadas e fabricadas por encomenda *taylor made*.

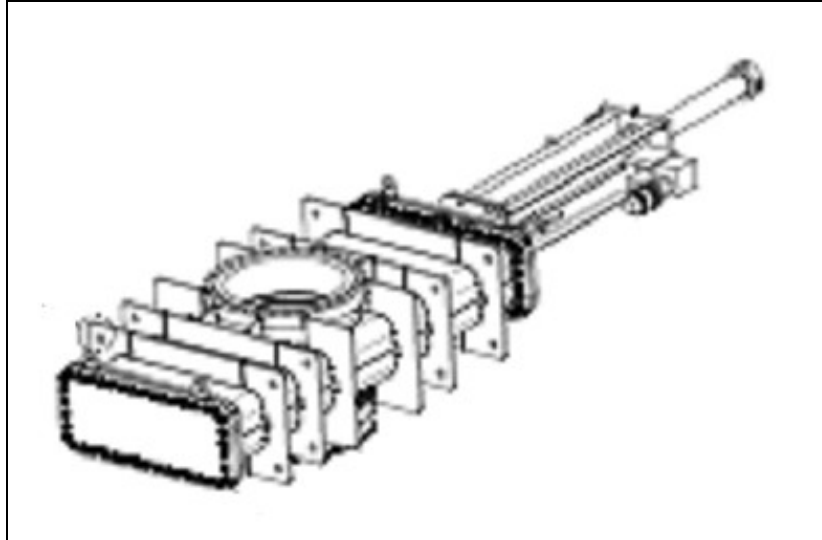
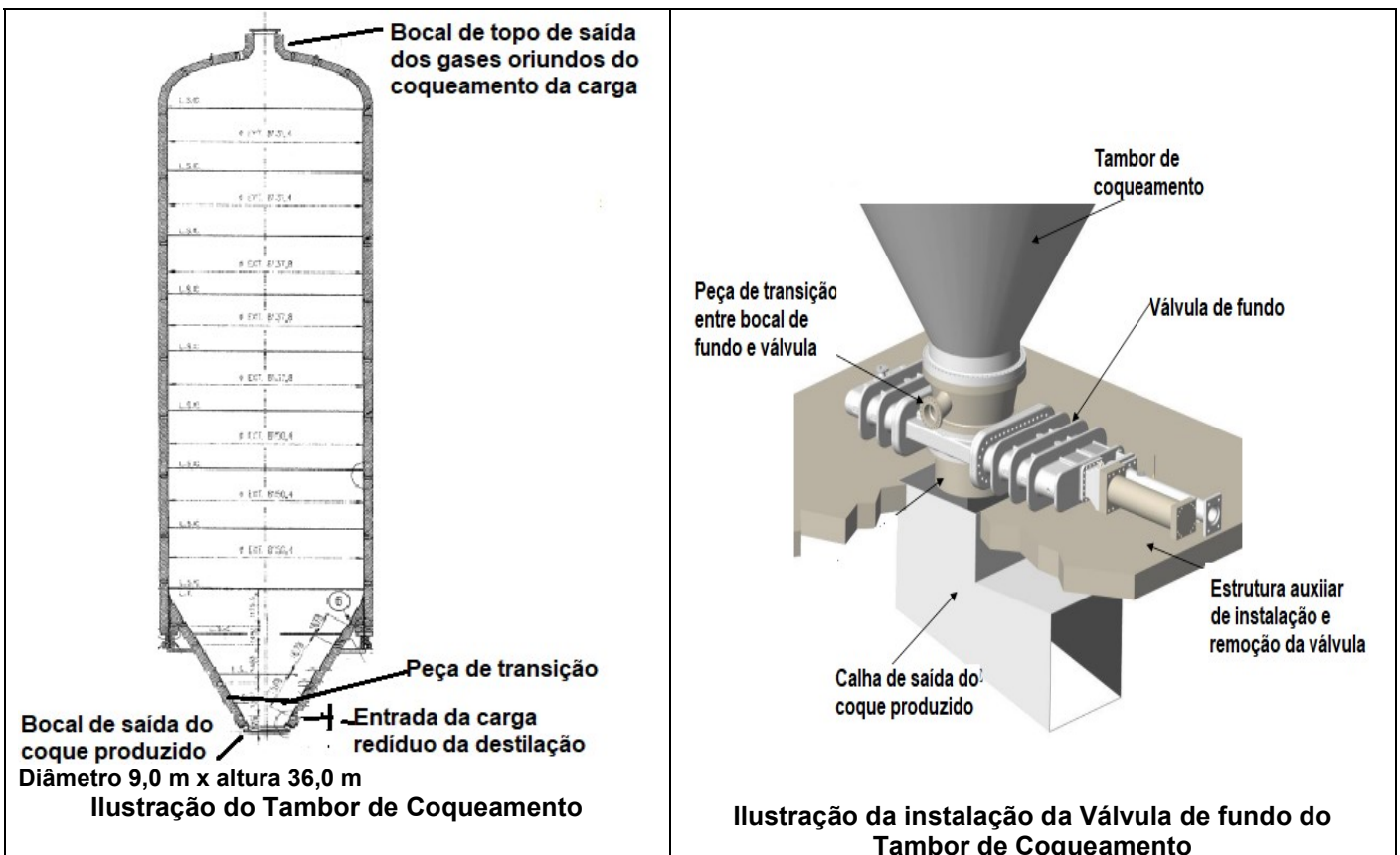


Ilustração de válvula de isolamento de topo e de fundo de Tambor de Coqueamento



### 5.3. Válvulas específicas de UFCCs-Unidades de Craqueamento Catalítico Fluidizado

A Unidade de Craqueamento Catalítico Fluido-UFCC é uma das unidades de processamento químico mais críticas nas refinarias de petróleo e gás.

O craqueamento catalítico fluido ou fluidizado é um processo de conversão química, usado para craquear frações de hidrocarbonetos de alto peso molecular, quebrando as moléculas de cadeia

longa em cadeias menores, por ação de um catalisador, à base de pó de sílica-alumina, em altas temperaturas, acima de 700°C.

O craqueamento catalítico fluido visa, principalmente, aumentar a produção de gasolina, óleo diesel e gás GLP, butano e propano, convertendo uma carga de gasóleos e resíduos em frações mais leves de alto valor comercial agregado.

As válvulas de bloqueio e de controle de processo instaladas nas UFCCs são especiais, devido às condições severas de operação, com catalisador em pó abrasivo e temperaturas muito elevadas, e pelo porte e peso consideráveis.

São válvulas projetadas e fabricadas por encomenda *taylor made* e as principais características são:

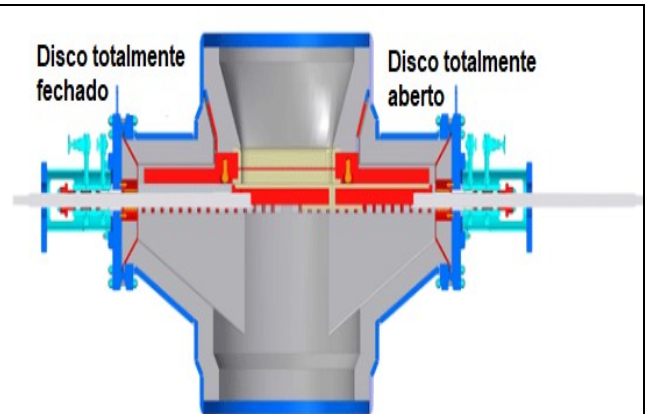
- Grande porte, com diâmetros nominais variando de 30 pol a 100 pol;
- Peso próprio de 20 a 30 t, até quase 100 t.
- Operação em altas temperaturas, acima de 500°C até 760°C, com disparos eventuais *up sets* de temperatura até 900°C.
- Devido às altas temperaturas de operação, possuem revestimento interno de refratário isolante e resistente à erosão, por conta da abrasividade do pó de catalisador.
- Acionamento e controle por atuador hidráulico e estação de energia e controle eletrohidráulica HPCU=*Hydraulic and Power Control Unit*, com óleo à alta pressão.

Estas válvulas de grandes dimensões e peso elevado, empregadas em operações de controle e bloqueio de unidades de UFCC, são adquiridas como equipamentos, isto é, com Especificação Técnica, Folha de Dados e Desenho de Conjunto.

- Válvula “slide valve” de controle de fluxo de catalisador regenerado de UFCC
- Válvula “slide valve” de controle de fluxo de catalisador gasto de UFCC
- Válvula “slide valve” de controle de gases de combustão de UFCC
- Válvula “plug valve” de controle de fluxo de catalisador de UFCC
- Válvula de bloqueio e isolamento da Torre Fracionadora de UFCC
- Válvula de retenção e controle tipo “isocheck valve” da descarga do soprador de ar
- Válvula “diverter valve” de sistema de gases de combustão de UFCC
- Válvula de controle de admissão de Turboexpansor de UFCC
- Válvula “goggle valve” de fechamento e isolamento absoluto de Turboexpansor de UFCC
- Válvula “withdrawal valve” de Sistema de 3º Estágio de Ciclones de UFCC



Válvula de controle de catalisador  
tipo *slide valve* disco simples



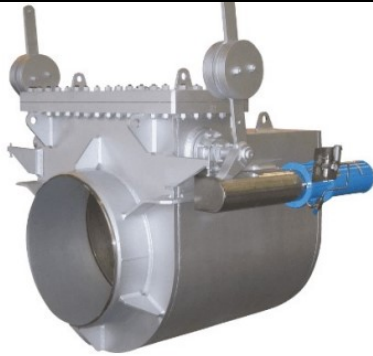
Válvula de controle de gases de combustão  
tipo *slide valve* disco duplo



Válvula de controle de catalisador  
tipo *plug valve*



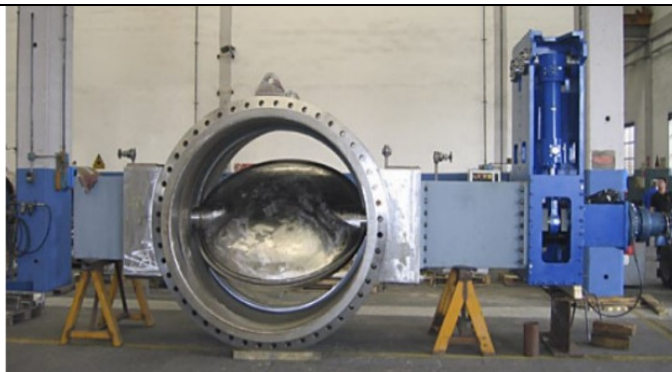
Válvula de bloqueio e isolamento de Torre  
Fracionadora



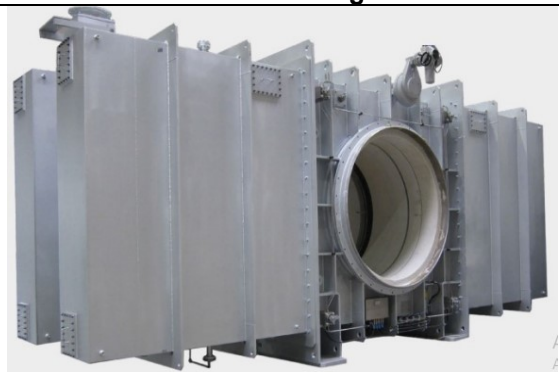
Válvula de retenção e controle tipo *isocheck valve*  
da descarga do Soprador de ar



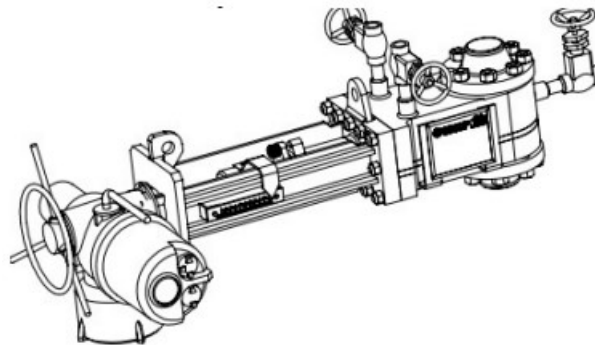
Válvula de desvio tipo *diverter valve* dos gases  
de combustão do Regenerador



Válvula do tipo borboleta tipo *butterfly valve* do  
sistema do Turboexpansor



Válvula de isolamento seguro tipo *Goggle Valve*  
do Turboexpansor



Válvula de descarte de catalisador do Vaso de 3º estágio tipo *withdrawal valve*

## ANEXOS

### Anexo 1

#### Grafite Flexível HT- High Temperatura

Para as gaxetas de hastas das válvulas, quando é necessário resistir a temperaturas elevadas, utilizam-se um Grafite Flexível especial, HT - High Temperature, que tem formulação própria para petroblog-Santini

evitar a oxidação, prevenindo que o Grafite seja atacado pelo Oxigênio em temperaturas elevadas, acima de 450°C.

Características típicas de Grafite Flexível HT (“High Temperature”):

- Ser resistente à oxidação em altas temperaturas;
- Ter sido ensaiado e certificado conforme Teste TGA-Análise Termogravimétrica a 700°C;
- Atender às características conforme Tabelas 1 e 2, a seguir.

**Tabela 1 Características do Grafite Flexível para alta temperatura**

Propriedades	Norma de teste	Valores de referência
Densidade	ASTM F 1315	1,0 (g/cm <sup>3</sup> )
Compressibilidade	ASTM F 36	40 (%)
Recuperação	ASTM F 36	15 (%)
Teor de cinzas		< 2 (%)
Teor de Enxofre		< 500 ppm

**Tabela 2 Certificado de Teste TGA - Análise Termogravimétrica conforme FSA-G-604-07 - Oxidation Test Standard for Flexible Graphite Materials - Method B**

Fluid Sealing Association • 994 Old Eagle School Road #1019 • Wayne, PA 19087 • (USA)

<http://www.fluidsealing.com/>

TGA (perda de massa em 3 horas a 700°C)	< 8(%)
TGA (perda de massa em 5 horas a 700°C)	< 13(%)

## Anexo 2

### Principais normas de fabricação das válvulas industriais

- Norma ASME B16.34 Valves Flanged, Threaded, and Welding End

Aplica-se ao projeto e construção de válvulas tipos gaveta, retenção, globo, esfera, borboleta, com castelo aparafusado (“bolted bonnet”) ou castelo selado por pressão (“pressure sealed bonnet”). Sem limitação de diâmetro e classes de pressão até 4500.

Esta norma abrange materiais, classes ou *ratings* de pressão x temperatura dos materiais de construção, dimensões, tolerâncias, requisitos de ENDs-Exames Não destrutivos, testes de aceitação e marcação para válvulas fundidas, forjadas e fabricadas com extremidades flangeadas, rosqueadas e soldadas e, ainda, válvulas *wafer* ou sem flange, instaladas entre flanges da tubulação.

De aços Carbono, aços baixa liga CrMo, aços alta liga Inoxidáveis, de ligas à base Níquel e outras ligas.

Também constam as seguintes informações principais:

- a. Lista de especificações ASME de material aplicável;
  - b. Especificações ASTM equivalentes;
  - c. Classes de pressão *ratings* para grupos de materiais de fabricação;
  - d. Espessuras mínimas da parede do corpo de válvulas, para fins de inspeção, conforme a classe de pressão.
- API Specification 6D Petroleum and natural gas industries - Pipeline transportation systems - Pipeline valves

Esta Norma especifica os requisitos e fornece recomendações para o projeto, fabricação, teste e documentação de válvulas de esfera, retenção, gaveta e macho para aplicação em sistemas de tubulações para as indústrias de petróleo e gás natural.

Ela não é aplicável a válvulas de tubulação submarina.

Os tipos de válvulas cobertos por esta Norma são: válvulas gaveta, válvulas macho lubrificadas e não lubrificadas, válvulas esfera e válvulas de retenção.

As válvulas de retenção podem ser dos modelos: válvula de retenção tipo portinhola, *wafer*, de fluxo axial e de pistão.

Os diâmetros nominais das válvulas são de NPS ½” a NPS 60” e as classes de pressão x temperatura devem estar de acordo com a Norma ASME 816.34 e são as seguintes: PN 20

(classe 150); PN 50 (classe 300); PN 64 (classe 400); PN 100 (classe 600); PN 150 (classe 900); PN 250 (classe 1500); PN 420 (classe 2500).

Esta Norma não se aplica a válvulas para classes de pressão superiores a PN 420 (classe 2500).

- API Std 600 Steel Gate Valves—Flanged and Butt-welding Ends, Bolted Bonnets

Aplica-se ao projeto e construção de válvula gaveta, com castelo aparafusado (“bolted bonnet”). Diâmetros de NPS 1 a NPS 24, classes de pressão até 2500.

- BS 1868 Specification for Steel check valves (flanged and butt-welding ends) for the petroleum, petrochemical and allied industries

Aplica-se ao projeto e construção de válvula de retenção, com castelo aparafusado (“bolted bonnet”).

Diâmetros de NPS ½ a NPS 24, classes de pressão até 2500.

- BS 1873: Specification for Steel globe and globe stop and check valves (flanged and butt-welding ends) for the petroleum, petrochemical and allied industries

Aplica-se ao projeto e construção de válvula globo, com castelo aparafusado (“bolted bonnet”).

Diâmetros de NPS ½ a NPS 16, classes de pressão até 2500.

- API Std 602 Gate, Globe, and Check Valves for Sizes DN 100 (NPS 4) and Smaller for the Petroleum and Natural Gas Industries

Esta norma especifica os requisitos para uma série de válvulas compactas de gaveta, globo e de retenção para aplicações da indústria de petróleo e gás natural.

É aplicável a válvulas de diâmetros nominais NPS 1/4, NPS 3/8, NPS 1/2, NPS 3/4, NPS 1, NPS 1 1/4, NPS 1 1/2, NPS 2, NPS 2 1/2, NPS 3, e NPS 4. Também é aplicável às classes de pressão de 150, 300, 600, 800 e 1500. A Classe 800 uma de classe intermediária utilizada para válvulas compactas, de extremidades de soldas de soquete e de rosca.

- API Std 598 Valve Inspection and Testing

Esta norma abrange a inspeção, exames complementares e requisitos de teste de pressão para válvulas com sede resiliente (por ex. sedes macias, graxa sólida e semi-sólida, grafite flexível, Teflon, etc.), não metálica (por ex. cerâmica) e com sede metal-metal, dos tipos gaveta, globo, esfera, retenção e borboleta.

- API Std 607 Fire Test for Quarter-turn Valves and Valves Equipped with Non-metallic Seats

Esta norma especifica os requisitos de teste de fogo para confirmar a capacidade de contenção de pressão, de válvulas de um quarto de volta e de outras válvulas, com assento não metálico, mantendo a pressão, durante e após o teste de fogo.

Não cobre os requisitos de teste para atuadores de válvula que não sejam caixas de engrenagens operadas manualmente ou mecanismos semelhantes quando estes fizerem parte do conjunto normal da válvula.

Outros tipos de atuadores de válvula (por exemplo, elétricos, pneumáticos ou hidráulicos) podem precisar de proteção especial para operar no ambiente considerado neste teste de válvula, e o teste de fogo de tais atuadores está fora do escopo desta norma.

- Extratos da Norma ABNT NBR 15827 Válvulas industriais para instalações de exploração, produção, refino e transporte de produtos de petróleo

Tabela 1 – Padrões construtivos das válvulas industriais – Gaveta

Parâmetros	Material do corpo/Extremidades da válvula					
	Aço forjado		Aço fundido ou forjado			
	Encaixe para solda		Flange ou solda de topo			
DN <sup>a</sup> (NPS)	15 a 40 (½ a 1 ½)		50 a 600 (2 a 24)	50 a 400 (2 a 16)	50 a 300 (2 a 12)	650 a 1 050 (26 a 42)
Classe	800 e 1 500	2 500	150 a 900	1 500	2 500	150 a 600
Padrão construtivo	ISO 15761 e Anexo A desta Norma	ASME B16.34 e Anexo A desta Norma	ISO 10434 e Anexo A desta Norma			ASME B16.34, ASME B16.47 e Anexo A desta Norma

<sup>a</sup> DN = diâmetro nominal, expresso em milímetros (mm).

Tabela 2 – Padrões construtivos das válvulas industriais – Retenção

Parâmetros	Material do corpo/Extremidades da válvula				
	Aço forjado	Aço fundido ou forjado			Wafer
	Encaixe para solda	Flange ou solda de topo			
DN <sup>a</sup> (NPS)	15 a 40 (½ a 1 ½)	50 a 600 (2 a 24)	50 a 400 (2 a 16)	50 a 300 (2 a 12)	50 a 1 050 (2 a 42)
Classe	800 e 1 500	150 a 900	1 500	2 500	150 a 2 500
Padrão construtivo	ISO 15761 e Anexo B desta Norma	BS 1868 e Anexo B desta Norma		API STD 594 e Anexo B desta Norma	

<sup>a</sup> DN = diâmetro nominal, expresso em milímetros (mm).

Tabela 3 – Padrões construtivos das válvulas industriais – Esfera

Parâmetros	Material do corpo/Extremidades da válvula						
	Aço fundido ou forjado				Aço forjado		
	Flange ou solda de topo <sup>b</sup>				Roscada	Encaixe para solda	
DN <sup>a</sup> (NPS)	50 a 900 (2 a 36)	50 a 600 (2 a 24)	50 a 400 (2 a 16)	50 a 300 (2 a 12)	15 a 40 (½ a 1 ½)		
Classe	150 a 600	900	1 500	2 500	150	800	1 500 e 2 500
Padrão construtivo	ISO 14313 e Anexo C desta Norma				BS ISO 7121	ISO 17292, e Anexo C desta Norma	ASME B16.34, e Anexo C desta Norma
Ensaçada a fogo	ISO 14313, ISO 10497 e Anexo C desta Norma				-	ISO 17292, ISO 10497 e Anexo C desta Norma	ASME B16.34, ISO 10497 e Anexo C desta Norma

<sup>a</sup> DN = diâmetro nominal, expresso em milímetros (mm).

<sup>b</sup> Para diâmetros maiores do que os padronizados, a dimensão face a face deve ser acordada entre o fabricante e o comprador. O projeto deve ser conforme ASME B16.34.

Tabela 4 – Padrões construtivos das válvulas industriais – Globo

Parâmetros	Material do corpo/Extremidades da válvula			
	Aço forjado		Aço fundido ou forjado	
	Encaixe para solda	Solda de topo	Flange	Solda de topo
DN <sup>a</sup> (NPS)	15 a 40 (½ a 1 ½)	25 a 40 (1 a 1 ½)	50 a 300 (2 a 12)	50 a 400 (2 a 16)
Classe	800 e 1 500	2 500	150 a 2 500	1 500
Padrão construtivo	ISO 15761		BS 1873	

<sup>a</sup> DN = diâmetro nominal, expresso em milímetros (mm).

Tabela 5 – Padrões construtivos das válvulas industriais – Borboleta

Parâmetros	Material do corpo/Extremidades da válvula	
	Wafer ou Lug	
	Ferro fundido nodular	Aço fundido
DN <sup>a</sup> (NPS)	50 a 1 200 (2 a 48)	50 a 1 200 (2 a 48)
Classe	Pressão máxima de trabalho (PMT)	150
Padrão construtivo	API STD 609	API STD 609

<sup>a</sup> DN = diâmetro nominal, expresso em milímetros (mm).

- Extratos da Norma Petrobras N-1603 Diretrizes para Elaboração de Padronização de Material de Tubulação para Instalações de Refino e Transporte

Tipo de válvula	Material do corpo e extremidades da válvula					
	Rosca	Ferro fundido		Aço fundido		Aço forjado
		Flange	“WAFER” ou “LUG”	Flange	Solda de topo	Encaixe de solda
Gaveta	MSS SP-80	MSS SP-70	-	ISO 10434 ou API Std 600		ISO 15761 ou API Std 602
Globo		CEN EN 13789	-	BSI BS 1873		
Retenção		MSS SP-71	API STD 594	BSI BS 1868		
Esfera	ABNT NBR 14788	-	-	ISO 14313 ou API SPEC 6D	-	ISO 17292
Borboleta	-	-	API STD 609 Categoria A	-	-	-
Triexcentrica	-	-	-	API STD 609 Categoria B	-	-
Macho	-	-	-	API STD 599	-	-
Macho de duplo bloqueio	-	-	-	ISO 14313 ou API SPEC 6D	-	-
Diafragma	MSS SP-88	MSS SP-88	-	-	-	-

Conforme Norma Petrobras N-1693

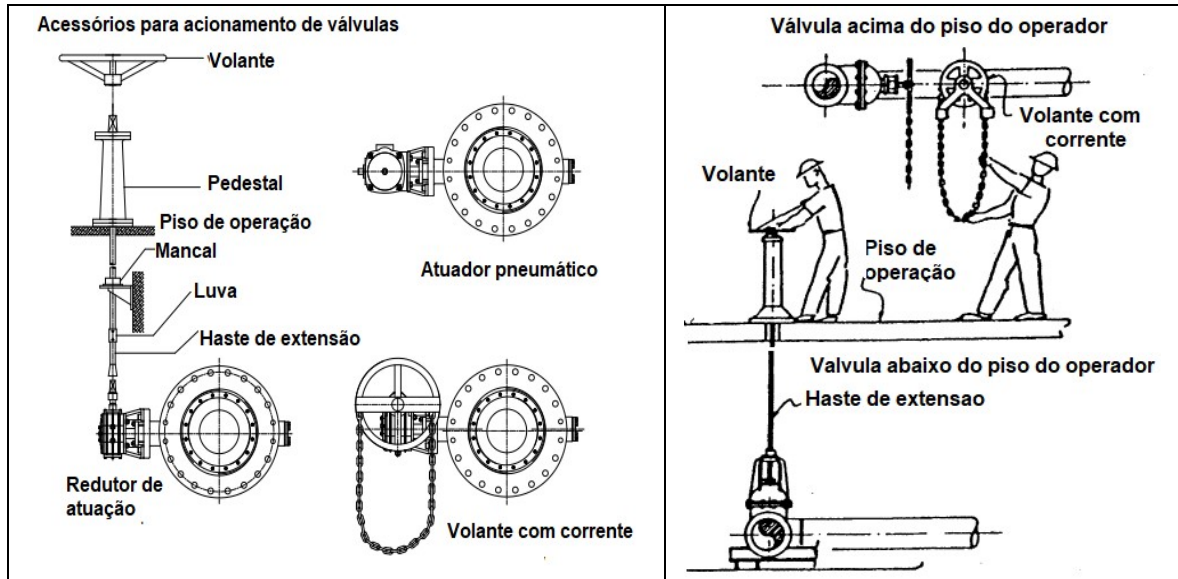


### Anexo 3

#### Meios de operação de válvulas industriais

Os sistemas utilizados para a operação de válvulas são os seguintes:

1. Operação manual
  - Por volante
  - Por alavanca
  - Por caixa com redução de engrenagens.
2. Por operação motorizada
  - Pneumática
  - Hidráulica
  - Elétrica
3. Por operação automática
  - Diferença de pressões do escoamento
  - Molas e contrapesos



A operação manual é a mais usual, para a maioria das válvulas.

Porém, as que têm movimentação muito frequente, devem ter volante com engrenagens, para facilitar a operação, de acordo com os seguintes diâmetros.

Classes de pressão Conforme Norma ASME B16.34	Diâmetro nominal
150 e 300	NPS 12
600 e 900	NPS 8
1500	NPS 6
2400	NPS 4

Para operação manual fora do alcance do operador, utilizam-se volantes com correntes, para válvulas de NPS 2 ou maiores, quando instaladas elevadas, e hastes de extensão, quando abaixo do nível do operador.

Denomina-se operação motorizada quando há uma força não manual, que comanda a operação da válvula, normalmente, atuadores empregados nos seguintes casos:

- a. Válvulas comandadas por instrumentos automáticos;
- b. Válvulas situadas em locais de acesso difícil ou de risco elevado para o operador;
- c. Válvulas que excederem os seguintes limites:

Classes de pressão Conforme Norma ASME B16.34	Diâmetro nominal
150	≥ NPS 16
300 e 400	≥ NPS 12
600 e 900	≥ NPS 10
≥ 1500	≥ NPS 8

A operação motorizada é usada também para comando remoto de válvulas, particularmente, para as de operação muito frequente, pois, se pode centralizar o comando das válvula em um único local.

Nos sistemas de operação motorizada, hidráulica ou pneumática, a haste da válvula é atuada diretamente por um embolo ou diafragma sujeito à pressão de um líquido ou ar comprimido. A operação motorizada pneumática é mais comum em válvulas comandadas por instrumentos automáticos.

Já o hidráulico é mais usada em válvulas de porte elevado.

A operação motorizada de válvulas ainda pode ser elétrica, neste caso, o acionamento do volante é feito com motor elétrico, por meio de engrenagens de redução.

Normalmente, este sistema é utilizado em válvula de grandes dimensões (diâmetro nominal maior ou igual a NPS 24), para tornar mais rápida a operação, e também é empregado em válvulas situadas em locais de difícil acesso. O acionamento elétrico é utilizado para o comando remoto centralizado de grande número de válvulas.

Não se pode confundir válvulas comandadas por instrumentos automáticos com válvula de operação automática.

Nas válvulas controladas por instrumentos, o que é automático é o conjunto instrumento&válvula, e não a válvula de controle em si, que é de operação motorizada..

Há o instrumento que mede uma grandeza ou variável qualquer do sistema (pressão, temperatura, vazão, nível, etc.), e em caso de desvio em relação ao valor normal, o instrumento emite um sinal pneumático ou elétrico ou eletrônico, que comanda a operação da válvula, através do acionador que atua no fluxo de fluido, corrigindo a grandeza controlada.

Qualquer que seja o sistema de operação motorizado, o dispositivo de comando da válvula é denominado atuador ou acionador.

Se a válvula está instalada em área classificada (ambiente com gases inflamáveis), o atuador deve ser de construção especial à prova de tempo, à prova d'água, à prova de chamas. à prova de poeira e à prova de explosão.

#### Anexo 4

##### Seleção de materiais não metálicos ou resilientes para sedes de válvulas

Tipo de Material	Aplicação	Limites de Temperatura °C
BUNA-N	Água, ar e nitrogênio	0 até 100
Ebonite, neoprene	Produtos químicos	0 até 65
Viton <sup>®</sup>	Hidrocarbonetos	0 até 150
PTFE	Hidrocarbonetos	- 60 até 150
Grafite flexível	Hidrocarbonetos	-150°C até 450°C

Conforme Norma Petrobras N-1693

##### Notas:

Viton é uma marca registrada pela empresa americana The Chemours Company, sendo um composto sintético de borracha com fluoroelastômeros.

Grafite flexível para alta temperatura (HT), resistente à oxidação, é utilizado em temperaturas acima de 450°C até 700°C.

#### Anexo 5

##### Critérios para seleção de gaxetas de válvulas industriais

###### a) Sede resiliente ou macia “*soft seat*”

- Fabricada, principalmente, com elastômeros e fluorcarbonos, como Teflon-PTFE, com ou sem carga, Viton e Grafite flexível.

- Vedação estanque.

- Excelente resistência a fluidos corrosivos

###### b) Sede metálica ou “*metal seat*”

- É confeccionada em aço inoxidável com revestimento de “Stellite”, ou ainda em ligas especiais.

- Indicada para aplicações de controle modulante.

- Suportam altos diferenciais de pressão.

**Nota**

O "Stellite" é uma liga metálica a base de cromo, tungstênio e cobalto, com uma dureza superficial de 44 RC, adequada à fabricação de revestimentos endurecidos de obturadores e sedes de válvulas. Possui excelente resistência à corrosão e ótima resistência à erosão e abrasão. Stellite é uma marca registrada da Companhia Stellite Deloro.

## c) Recomendações para vedação da haste de válvulas

Aplicação	Material da gaxeta
Produto químico Solventes Água	PTFE (T ≤ 150 °C)
Água de Caldeira Vapor D'água CO Hidrocarbonetos DEA Álcool	T ≤ 450 °C, anel superior e inferior em grafite flexível com fios de Inconel <sup>®</sup> (3) e anéis intermediários em grafite expandido.
Vapor e Hidrocarbonetos a Alta Temperatura	450 °C ≤ T ≤ 560 °C, anel superior e inferior em grafite flexível com fios de Inconel <sup>®</sup> (4) e anéis intermediários em grafite expandido, Utilizar grafite flexível para alta temperatura

Conforme Norma Petrobras N-1693

**Nota:**

Inconel é o nome comercial de liga metálica de boa resistência à corrosão, tensão de ruptura e estabilidade térmica. É uma marca registrada da Special Metals Corporation.

d) Em válvulas recuperadas utilizar anéis de gaxeta trançada, de grafite flexível com reforço de "Inconel", similares a TEADIT 2000IC, para temperatura até 450°C, e a TEADIT 2235, para temperaturas até 550°C.

**Anexo 6****Materiais usados nas Juntas de Vedação de Ligações Flangeadas**

Tipo	Classe	Material do flange	Temperatura (°C)	Material da junta
Plana	125 e 250	AC	≤ 150	Papelão hidráulico com fibra de aramida
Espirada (ver Notas 1 e 2)	150 a 900	AC	≤ 430	Espiras em Al 304, enchimento em grafite flexível
		AL 1 1/4Cr-1/2Mo		
		AL 5Cr-1/2Mo		
		AL 9Cr-1/2Mo		
		Al 304		Espiras em Al 316, enchimento em grafite flexível
		Al 316		
		Al 317		
Al 347	Espiras em Al 347, enchimento em grafite flexível			
Qualquer	> 430	Espiras em Al 321 ou 347, enchimento em grafite flexível (Nota 3)		
Anel metálico	900 a 2500	Qualquer	Conforme material	Conforme material do flange (Nota 4)

**Notas:**  
1 Anel centralizador em aço carbono.  
2 Anel interno conforme material do flange.  
3 Usar grafite flexível HT  
4 Os anéis metálicos tem de ser fabricados com materiais com composição química compatível com os materiais dos flanges, podendo ser produzidos por forjamento.

Conforme Norma Petrobras N-1693

## Anexo 7

### Critério para Seleção do Material de Juntas de Vedação de Ligações Flangeadas em função do fluido

Aplicação	Neoprene	Papelão hidráulico em aramida c/ borracha ASME B16.21	Metálica espiralada em AISI 304 com enchimento de grafite flexível ASME B16.20 (ver Notas 1, 2 e 3)	Anel metálico ASME B16.20	Metálica espiralada em Monel <sup>(®5)</sup> com enchimento de PTFE ASME B16.20
Água Vapor Ar Produtos Químicos Nitrogênio, CO <sub>2</sub> Espuma	Neoprene até classe 150 $0 \leq T \leq 100 \text{ }^\circ\text{C}$	Até classe 150 $0 \leq T \leq 150 \text{ }^\circ\text{C}$	Até classe 600 $T \leq 430 \text{ }^\circ\text{C}$	A partir de classe 600	_____
Álcool	_____	Até classe 150 $0 \leq T \leq 80 \text{ }^\circ\text{C}$	_____	_____	_____
Gases Liquefeitos Hidrocarbonetos Glicol Processos Gerais DEA	_____	_____	Até classe 600 $-60 \text{ }^\circ\text{C} \leq T \leq 430 \text{ }^\circ\text{C}$	A partir de classe 600	_____
Serviços categoria M	_____	_____	Até classe 300 $T \leq 430 \text{ }^\circ\text{C}$	A partir de classe 600	_____
Serviços sujeitos a ciclos térmicos	_____	_____	Até classe 600 $T \leq 430 \text{ }^\circ\text{C}$	_____	_____
MTBE	Até classe 150 até $100 \text{ }^\circ\text{C}$	_____	Até classe 300 $T \leq 430 \text{ }^\circ\text{C}$	_____	_____
Ácido fluorídrico	_____	_____	_____	_____	Até classe 300 ( $T \leq 204 \text{ }^\circ\text{C}$ )
Hidrocarboneto presença de ácidos naftênicos	_____	_____	Até classe 300 $T \leq 430 \text{ }^\circ\text{C}$ (ver Nota 2)	_____	_____
<p>NOTA 1 Anel de encosto interno deve ser utilizado para pressões acima de 40 kgf/cm<sup>2</sup> ou NPS 8 e acima.</p> <p>NOTA 2 Para serviços com ácidos naftênicos usar espirais em AISI 316 ou 317.</p> <p>NOTA 3 Para serviços em temperaturas acima de 430 °C usar espiras de AISI 321 ou 347. Nesse caso o grafite flexível para serviço a alta temperatura (acima de 450 °C)</p>					

Conforme Norma Petrobras N-1693

## Anexo 8

### Especificação de flanges de tubulação

Diâmetro nominal	Flanges de aços-carbono					
	Classes de pressão					
	ASME B16.1		ASME B16.5			
	125	250	150 e 300	400 a 900	1 500	2 500
1" a 12"	Usar flange ASME B16.5 Classe 150	Usar flange ASME B16.5 Classe 300	ASME B16.5			
14" a 24"						
26" a 36"	Usar flange ASME B16.47 Série A	Usar flange ASME B16.47 Série A	ASME B16.47 Série A		Calculados pelo ASME BPVC Sec. VIII Divisão I Apêndice 2 (Ver Nota 1)	
42" a 60"			ASME B16.47 Série B			
<p>NOTA 1 Os flanges devem ser calculados conforme ASME BPVC <a href="#">Section VIII, Divisão I</a>, apêndice 2, para as condições de projeto da linha.</p> <p>NOTA 2 Para acoplar flanges de aço com flanges de ferro fundido das classes 125 e 250, devem ser usados flanges de aço das classes 150 e 300, respectivamente, com face plana.</p> <p>NOTA 3 Para acoplar flanges de aço com flanges de bronze nas classes 150 e 300, devem ser usados flanges de aço das classes 150 e 300, respectivamente, com face plana.</p>						

Conforme Norma Petrobras N-1693