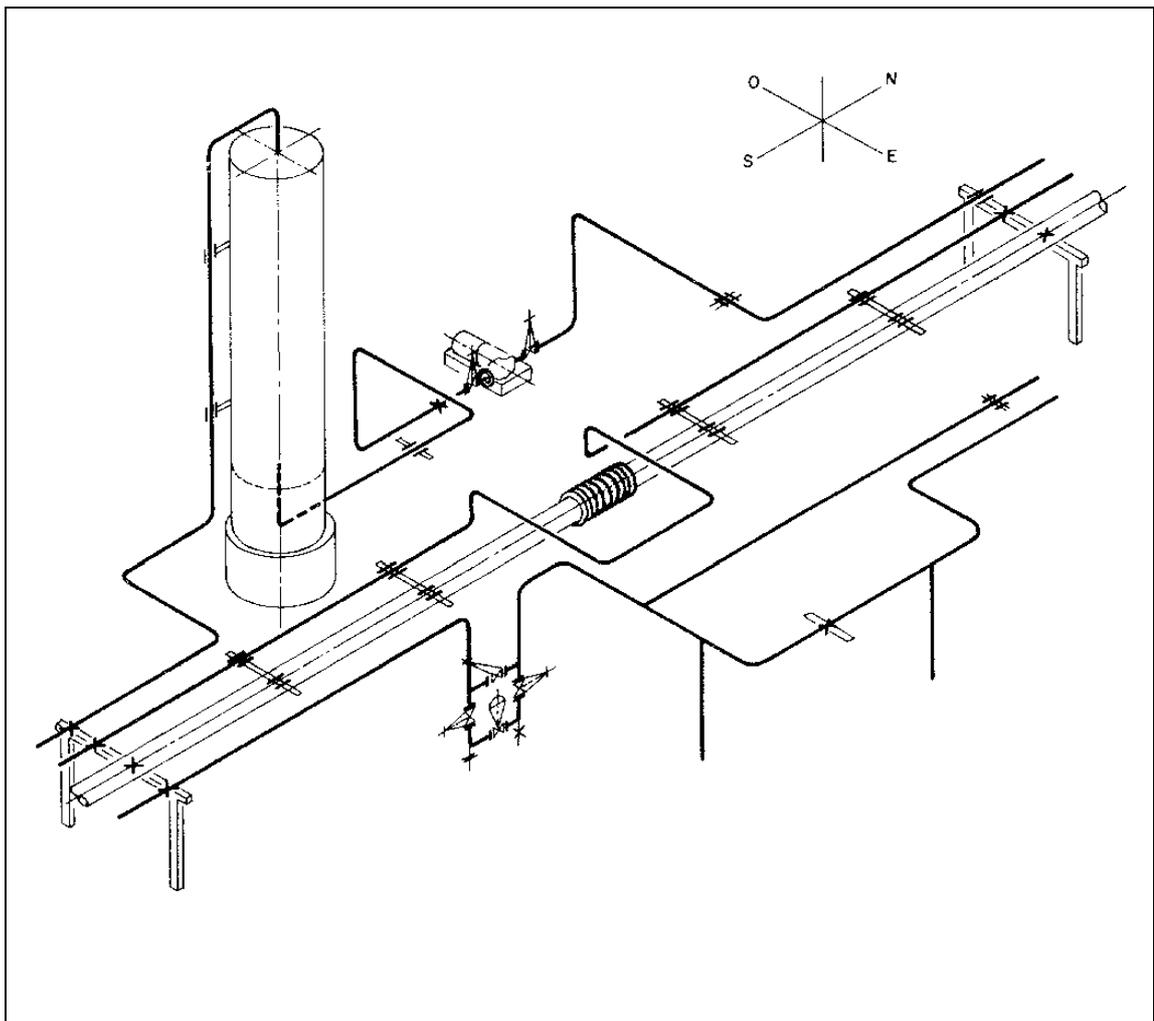


CPM - Programa de Certificação de Pessoal de Manutenção

Mecânica

Acessórios de Tubulação Industrial



© SENAI - ES, 1996

Trabalho realizado em parceria SENAI / CST (Companhia Siderúrgica de Tubarão)

Coordenação Geral	Luís Cláudio Magnago Andrade (SENAI) Marcos Drews Morgado Horta (CST)
Supervisão	Alberto Farias Gavini Filho (SENAI) Rosalvo Marcos Trazzi (CST)
Elaboração	Evandro Armini de Pauli (SENAI) Fernando Saulo Uliana (SENAI)
Aprovação	José Geraldo de Carvalho (CST) José Ramon Martinez Pontes (CST) Tarcilio Deorce da Rocha (CST) Wenceslau de Oliveira (CST)
Editoração	Ricardo José da Silva (SENAI)

SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
DAE - Divisão de Assistência às Empresas
Departamento Regional do Espírito Santo
Av. Nossa Senhora da Penha, 2053 - Vitória - ES.
CEP 29045-401 - Caixa Postal 683
Telefone: (027) 325-0255
Telefax: (027) 227-9017

CST - Companhia Siderúrgica de Tubarão
AHD - Divisão de Desenvolvimento de Recursos Humanos
AV. Brigadeiro Eduardo Gomes, s/n, Jardim Limoeiro - Serra - ES.
CEP 29160-972
Telefone: (027) 348-1322
Telefax: (027) 348-1077

Sumário

Acessórios de Tubulação	06
• Classificação dos Acessórios de Tubulação	06
• Acessórios para solda de topo.....	08
• Acessórios para solda de encaixe	09
• Acessórios rosqueados	10
• Acessórios Flangeados	12
• Acessórios de Ligação.....	13
• Outros tipos de Acessórios de Tubulação	14
• Curvas em gomo e derivações soldadas	16
• Outros acessórios de tubulação	21
Válvulas	24
• Classificação das Válvulas	25
• Válvulas de Gaveta.....	26
• Válvulas de Macho	30
• Válvulas Globo.....	33
• Válvulas de Retenção.....	36
• Válvulas de Segurança e de Alívio.....	40
• Válvulas de Controle.....	42
• Outros Tipos Importantes de Válvulas.....	44
Simbologia de Tubulação Industrial.....	49
Acessórios de Tubulação Industrial - Avaliação	53

Acessórios de Tubulação

Classificação dos Acessórios de Tubulação

Podemos dar a seguinte classificação de acordo com as finalidades e tipos dos principais acessórios de tubulação:

<i>Finalidades</i>	<i>Tipos</i>	
1. Fazer mudanças de direção em tubulações	<ul style="list-style-type: none"> Curvas de raio longo Curvas de raio curto Curvas de redução Joelhos (elbows) Joelhos de redução 	}
		de 22 ½° 45°, 90° e 180°.
2. Fazer derivações em tubulações	<ul style="list-style-type: none"> Tês normais (de 90°) Tês de 45° Tês de redução Peças em "Y" Cruzetas (crosses) Cruzetas de redução Selas (saddles) Colares (socketlets, Weldolets etc.) Anéis de reforço 	
3. Fazer mudanças de diâmetro em tubulações	<ul style="list-style-type: none"> Reduções concêntricas Reduções excêntricas Reduções bucha 	
4. Fazer ligações de tubos entre si	<ul style="list-style-type: none"> Luvas (couplings) Uniões Flanges Nipples Virolas (para uso com flanges soltos) 	

5. Fazer fechamento da extremidade de um tubo
- | | |
|---|----------------|
| { | Tampões (caps) |
| | Bujões (plugs) |
| | Flanges cegos |

Não existe uma distinção muito rígida entre as denominações “curva” e “joelho”, chamados às vezes de “cotovelos”; de um modo geral, os acessórios de raio grande são chamados de “curvas”, e os de raio pequeno são chamados de “joelhos”.

Os acessórios de tubulação podem também ser classificados de acordo com o sistema de ligação empregado; teremos, então:

- Acessórios para solda de topo.
- Acessórios para solda de encaixe.
- Acessórios rosqueados.
- Acessórios flangeados.
- Acessórios de ponta e bolsa.
- Acessórios para ligações de compressão etc.

Nas Figs. 2 a 9 vemos diversos exemplos de todos esses tipos de acessórios, e na Fig. 1 estão mostrados exemplos de emprego de acessórios de tubulação.

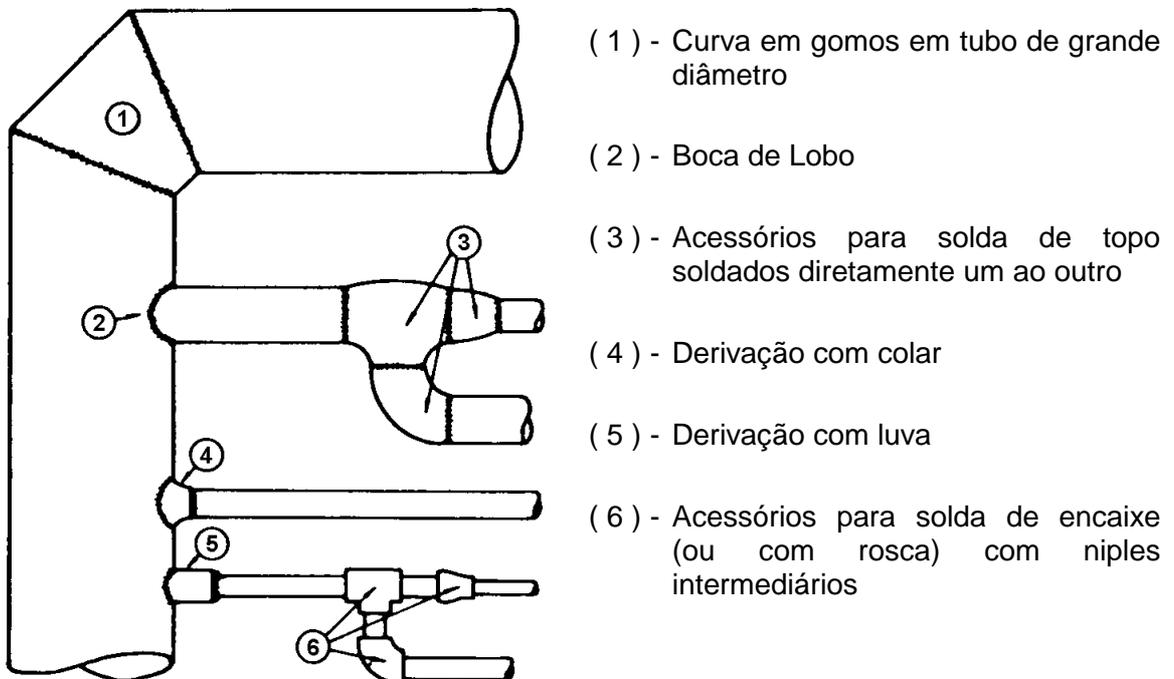


Fig. 1 Emprego de acessórios de tubulação

Os acessórios de tubulação costumam também ser chamados de “conexões”, esse nome, entretanto, é mal empregado porque a maioria dos acessórios não tem por finalidade específica conectar tubos.

Acessórios para solda de topo

São desse tipo quase todos os acessórios usados em tubulações de 2” ou mais, inclusive, na prática industrial. Fabricam-se em aço carbono e aços-liga (especificação ASTM-A-234), e em aços inoxidáveis (especificação ASTM-A-403), a partir de tubos, chapas e tarugos forjados.

Todos os acessórios têm os extremos com os chanfros padrão para solda. A espessura de parede dos acessórios deve sempre ser igual à do tubo a que estão ligados, para permitir soldas perfeitas.

As dimensões básicas de todos os tipos de acessórios fabricados para solda de topo estão padronizadas na norma ANSI.B.16.9. Todos os acessórios cujas dimensões obedeçam a essa norma, são admitidos, pela norma ANSI/ASME.B.31.3, como tendo resistência equivalente ao tubo de mesma espessura.

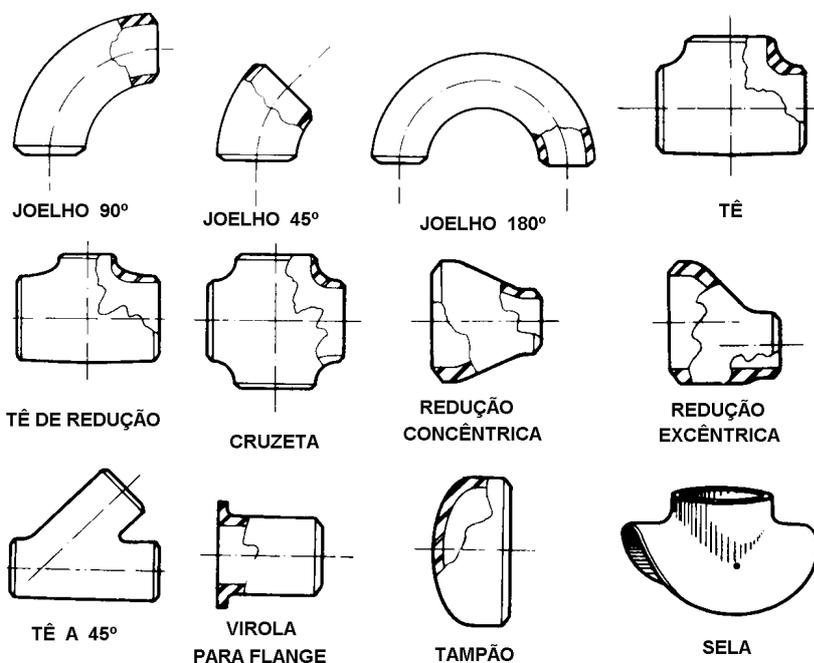


Fig. 2 Acessórios para solda de topo.

São os seguintes os principais tipos de acessórios fabricados para solda de topo (fig. 2):

- Joelhos de 45°, 90° e 180° (normais e de redução).
- Tês normais, tês de redução e tês de 45°.
- Cruzetas (normais e de redução).
- Reduções concêntricas e excêntricas.
- Selas (para derivações).
- Colares.
- Tampões.
- Virolas (para flanges soltos).

Os joelhos para solda de topo são fabricados em dois tipos denominados de “raio longo” e de “raio curto”. Nos joelhos de raio longo, o raio médio de curvatura vale 1 ½ vez o diâmetro nominal, e nos de raio curto é igual ao diâmetro nominal.

Existem acessórios para solda de topo com alguns tipos de revestimentos internos anti-corrosivos, já aplicados.

Note-se que todos os acessórios para solda de topo podem ser ligados diretamente um ao outro, como se vê no exemplo da Fig. 1.

Acessórios para solda de encaixe

Os acessórios para solda de encaixe são os geralmente usados na prática industrial, em tubulações até 1 ½” inclusive. São fabricados de aço-carbono forjado (especificações ASTM-A.105, ASTM-A-181 e ASTM-A-350), aços-liga e aços inoxidáveis (especificação ASTM-A-182), metais não-ferrosos e diversos plásticos. Os metais não-ferrosos são freqüentemente para uso com brazagem; muitos têm por dentro do encaixe, um anel embutido de metal de solda: para fazer a solda, basta introduzir a ponta do tubo no encaixe, e aquecer pelo lado de fora para fundir a liga de solda.

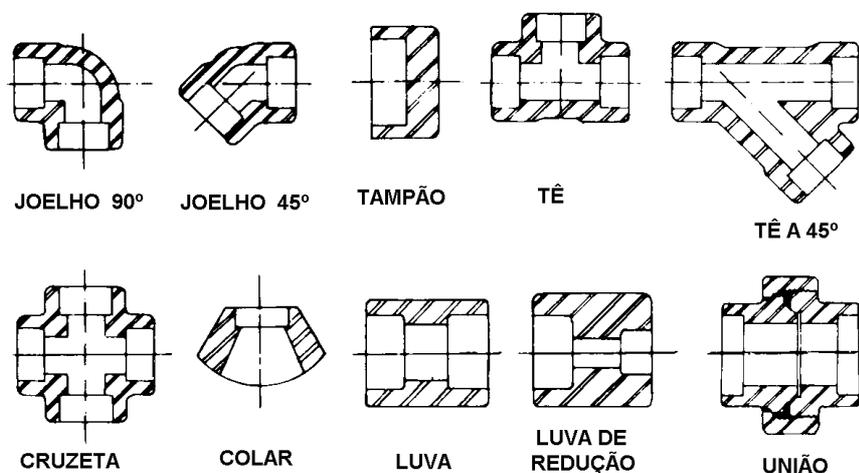


Fig. 3 Acessórios para solda de encaixe.

Os acessórios para encaixe de materiais plásticos devem ser soldados por aquecimento ou colados aos tubos com um adesivo adequado à resina plástica.

São os seguintes os principais tipos de acessórios fabricados para solda de encaixe (Fig. 3):

- Joelhos de 90° e de 45°.
- Tês normal, de redução e de 45°.
- Luvas normal e de redução, meias luvas.
- Cruzetas.
- Tampões.
- Uniões.
- Colares (para derivações).

As dimensões de todos esses tipos de acessórios estão padronizadas na norma ANSI.B.16.11. Essa mesma norma admite que a resistência mecânica dessas peças seja equivalente à do tubo de mesmo material, de espessura correspondente à respectiva classe.

Acessórios rosqueados

Os acessórios rosqueados são usados normalmente em tubulações prediais e em tubulações industriais secundárias (água, ar, condensado de baixa pressão etc.), todas até 4". Utilizam-se também esse acessórios nas tubulações que, devido ao tipo de material ou ao serviço, sejam permitidas as ligações rosqueadas, tais como boa parte das tubulações de ferro fundido, ferro forjado, materiais plásticos, cobre etc., geralmente até o limite de 4". O emprego desses acessórios está sujeito às mesmas exigências e limitações impostas às ligações rosqueadas para tubos.

Os acessórios rosqueados são fabricados em uma grande variedade de materiais, tipos e diâmetros nominais (Fig. 4).

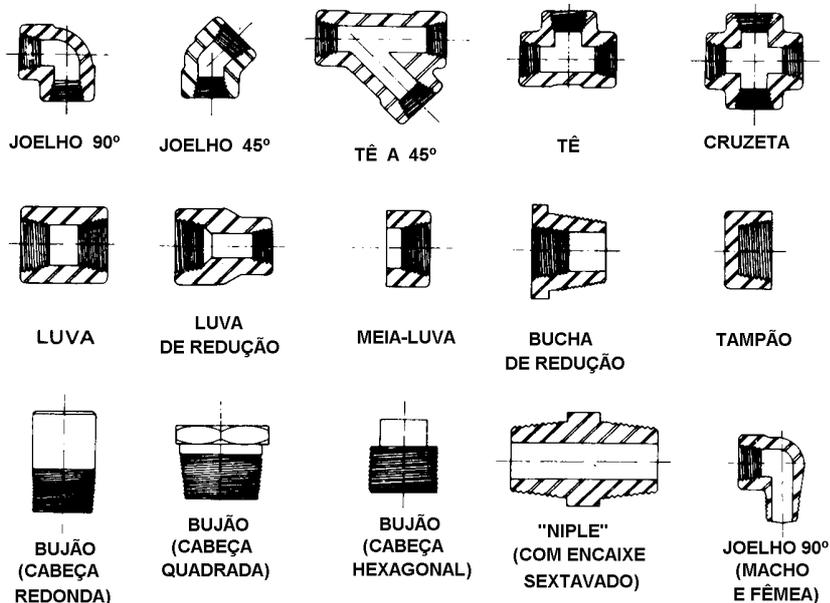


Fig. 4 Acessórios rosqueados.

Os acessórios de ferro maleável são os normalmente empregados com os tubos de ferro forjado. Esses materiais não podem ser usados para nenhum serviço tóxico; as limitações para uso com vapor e com hidrocarbonetos são as mesmas relativas aos tubos de ferro forjado.

As dimensões desses acessórios estão padronizadas em diversas normas e as dimensões dos filetes de rosca estão padronizadas nas normas ANSI.B.2.1 e API.6A (rosca para flanges, válvulas e acessórios).

Acessórios Flangeados

Os acessórios flangeados (Fig. 5), fabricados principalmente de ferro fundido, são de uso bem mais raro do que os flanges e os acessórios dos outros tipos já citados.

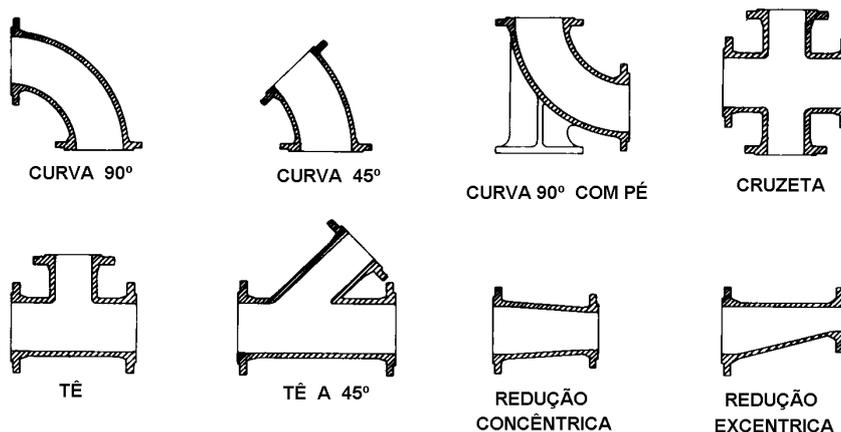


Fig. 5 Acessórios flangeados.

Os acessórios de ferro fundido são empregados em tubulações de grande diâmetro (adutoras, linhas de água e de gás) e baixa pressão, onde seja necessário grande facilidade de desmontagem. Essas peças são fabricadas com flanges de face plana, em duas classes de pressão (125# e 250#), abrangendo diâmetros nominais de 1" até 24". Os acessórios flangeados de ferro fundido estão padronizados na norma P-PB-15 e ABNT e ANSI.B.16.1, que especificam dimensões e pressões de trabalho.

Os acessórios flangeados de aço fundido, de uso bastante raro na prática, podem ser usados em tubulações industriais, para uma grande faixa de pressões e temperaturas de trabalho, mas o seu emprego deve ser restringido apenas aos casos em que seja indispensável uma grande facilidade de desmontagem ou a algumas tubulações com revestimentos internos, devido ao custo elevado, grande peso e volume, necessidade de manutenção e risco de vazamentos. As dimensões, pressões, e temperaturas de trabalho são as estabelecidas na norma ANSI.B.16.5.

Existem ainda acessórios flangeados de muitos outros materiais, tais como latões, alumínio, plásticos reforçados com fibras de vidro (para tubos "FRP" - Fiberglass Reinforced Plastic), e também ferro com alguns tipos de revestimentos internos anti-corrosivos. Nos acessórios com revestimentos internos, o revestimento deve abranger obrigatoriamente

também as faces dos flanges, para garantir a continuidade da proteção anti-corrosiva.

Acessórios de Ligação

Nipples

Os nipples são pedaços de tubos preparados especialmente para permitir a ligação de dois acessórios entre si, ou de uma válvula com um acessório, em tubulações onde se empregam ligações rosqueadas ou para solda de encaixe. É fácil de se entender que os acessórios e válvulas rosqueadas ou para solda de encaixe não podem ser diretamente ligados um ao outro, ao contrário do que acontece com os acessórios para solda de topo e flangeados. Os nipples servem também para fazer pequenos trechos de tubulação.

Os nipples podem ser paralelos, isto é, de mesmo diâmetro, ou de redução, com extremidades de diâmetros diferentes. Os nipples paralelos são fabricados de pedaços de tubos cortados na medida certa e com as extremidades preparadas. Os nipples de redução são em geral fabricados por estampagem (repuxamento) de pedaços de tubos (swaged nipples).

Embora os nipples sejam fabricados até 12" de diâmetro nominal, são empregados principalmente nos diâmetros pequenos (até 4"), faixa em que se usam tubulações com rosca ou com solda de encaixe. Existe uma grande variedade de tipos de nipples, dos quais os principais são os seguintes:

1. Nipples paralelos

- Ambos os extremos rosqueados (both end threaded - BET).
- Ambos os extremos lisos (both end plain - BEP).
- Um extremo rosqueado e outro liso (one end threaded - OET).

2. Nipples de redução

- Ambos os extremos rosqueados (BET).
- Ambos os extremos lisos (BEP).
- Extremo maior rosqueado e menor liso (large end threaded, small end plain LET-SEP).

- Extremo maior liso e menor rosqueado (large end plain, small end threaded LEP-SET).

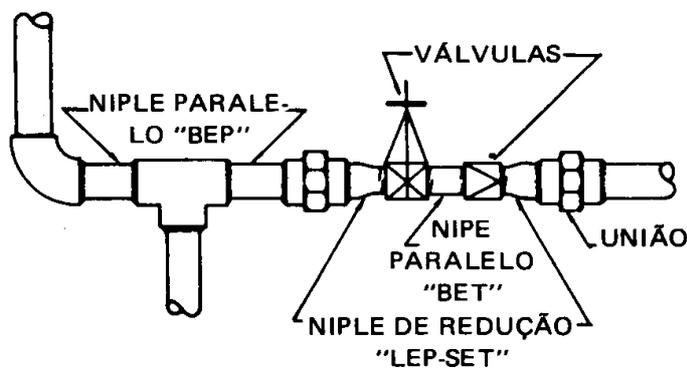
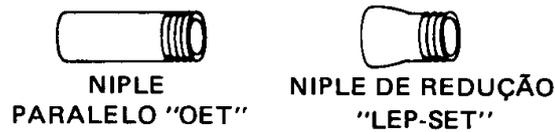


Fig. 6 Tipos de niples e exemplos de emprego.

O comprimento dos niples varia em geral de 50 a 150mm. A Fig. 6 mostra alguns tipos de niples e exemplos de empregos. Os niples rosqueados têm, às vezes, uma parte sextavada no centro para facilitar o aperto.

Outros tipos de Acessórios de Tubulação

Existem ainda várias outras classes de acessórios de tubulações, tais como:

- Acessórios com pontas lisas tubos de plásticos reforçados (tubos "FRP").
- Acessórios de ponta e bolsa.
- Acessórios para ligação de compressão.
- Acessórios para juntas "Dresser", "Victaulic" etc.

Todos esses acessórios são fabricados nos diâmetros e com os materiais adequados ao uso com os tubos que empreguem cada um desses sistemas de ligação.

Os acessórios com extremidades lisas, para tubo "FRP", são fabricados em vários tipos (curvas, tês, reduções, flanges, niples etc.), em toda faixa de diâmetros desses tubos, para uso com os sistemas de ligação.

Os acessórios de ferro fundido, de ponta e bolsa, são fabricados de 2" a 24", nas classes de pressão nominal 125# e 250#; os principais tipos são os seguintes: joelhos, curvas (90°, 45° e 22 ½°), tês, reduções, peças em "Y", cruzetas e peças para adaptação a válvulas flangeadas (Fig. 7).

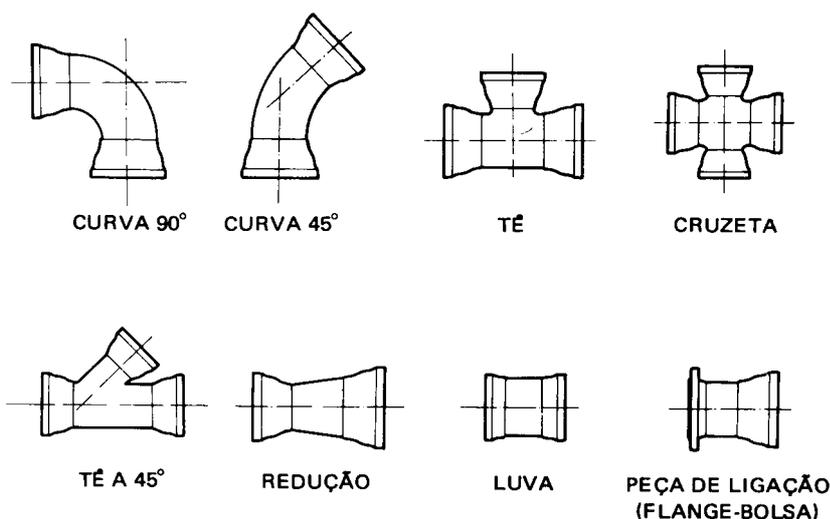


Fig. 7 - Acessórios de ponta e bolsa.

Existem também acessórios de ponta e bolsa de ferros-ligados, fabricados em toda faixa de diâmetros usuais desses tubos. Fabricam-se ainda alguns tipos de acessórios de ponta e bolsa (peças de derivação, principalmente) de barro vidrado e de cimento-amianto, embora sejam de uso relativamente raro.

Os acessórios para ligação de compressão são fabricados em pequenos diâmetros (até 50-60 mm), de aço-carbono, aços inoxidáveis e metais não-ferrosos, sendo empregados nas tubulações em que se permite esse tipo de ligações. Encontra-se no comércio uma variedade grande dessas peças (Fig. 8, entre as quais: luvas e uniões de ligação, joelhos de 45°, 90° e

180°, tês, peças em “Y”, conectores (para a ligação e equipamentos), reduções, tampões etc.

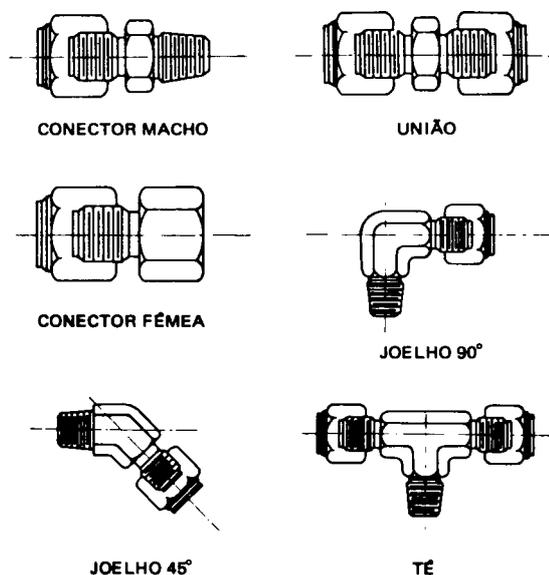


Fig. 8 - Acessórios para ligação de compressão

Curvas em gomos e derivações soldadas

Além dos diversos tipos de acessórios vistos nos itens anteriores, empregam-se muito, nas tubulações industriais, outros recursos para realizar mudanças de direção e fazer derivações, que são as curvas em gomos e as derivações soldadas (Fig. 9). Essas peças são usadas principalmente em tubulações de aço-carbono, e eventualmente em tubulações de materiais termoplásticos.

Curvas em gomos (mitre bends) - As curvas em gomos são feitas de pedaços de tubo cortados em ângulo e soldados de topo um em seguida do outro, como mostra a figura. Dependendo do número e do ângulo de inclinação dos cortes, podem-se conseguir curvas com qualquer ângulo de mudança de direção. As curvas de 90° costumam ter 3 ou, mais raramente, 4 gomos; as de 45° costumam ter 2 ou 3 gomos. Essas curvas têm, em relação às curvas sem costura de diâmetro e espessura iguais, uma resistência e uma flexibilidade bem menores. Além disso, tanto a resistência como a flexibilidade podem variar muito, dependendo das proporções da curva e dos cuidados no corte e na soldagem das peças. As arestas e soldas são pontos de concentração de tensões, e também pontos especialmente sujeitos à corrosão e à erosão. As concentrações de tensões diminuem a medida que aumenta o número de gomos e o espaçamento entre eles.

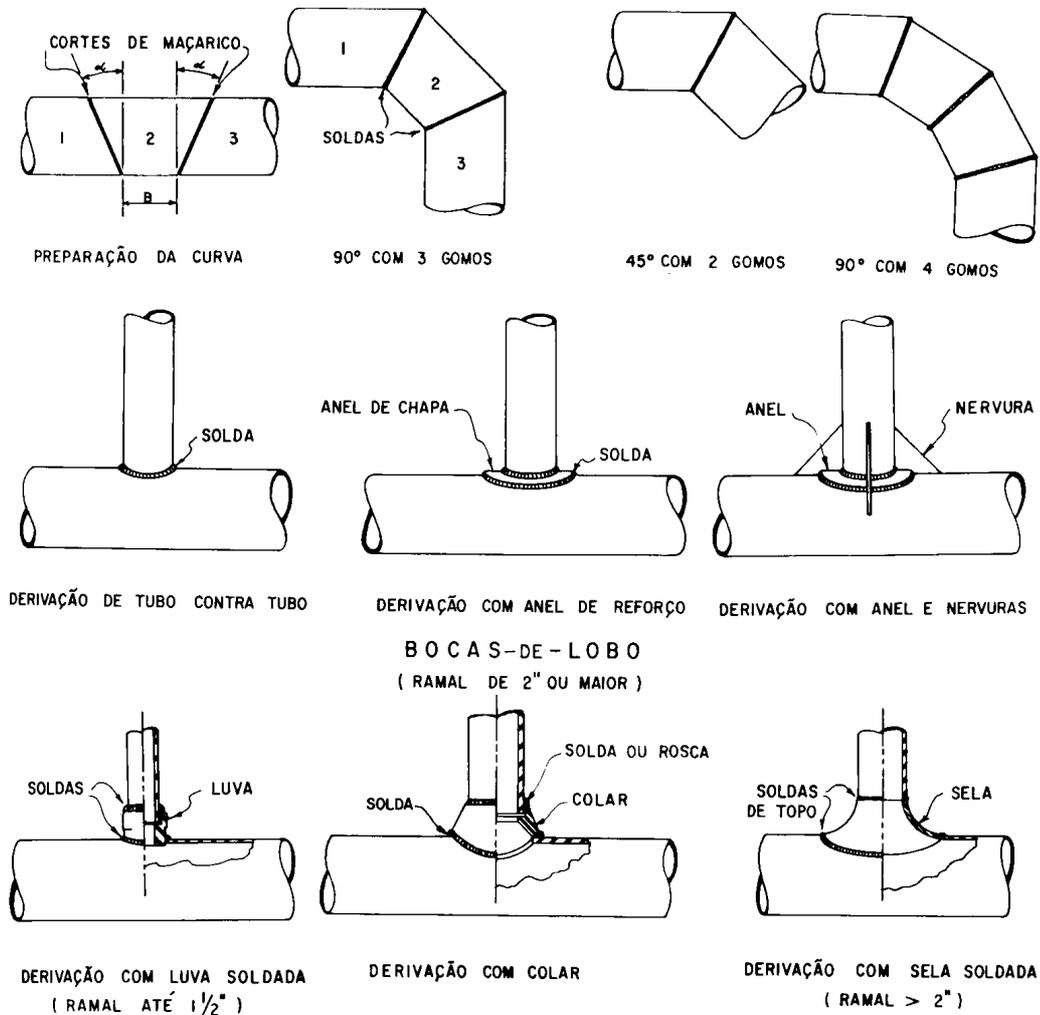


Fig. 9 - Curvas em gomos e derivações soldadas.

As curvas em gomos são usadas principalmente nos seguintes casos:

- Para tubulações, em diâmetros acima de 20", devido ao alto custo e dificuldade de obtenção de outros tipos de curvas de grande diâmetro.
- Para tubulações de pressões e temperaturas moderadas (classes de pressão 150# a 400# inclusive), em diâmetros acima de 8", por motivo de economia.

Embora não seja proibido por norma, não é usual o uso de curvas em gomos em tubulações de aços-liga ou inoxidáveis.

Em tubulações de materiais termoplásticos, as soldas devem ser feitas a topo, por aquecimento.

Derivações soldadas diretamente - Existem muitos tipos de derivações feitas de tubos soldados um contra o outro, que podem ser empregadas em tubulações de qualquer tipo de aço, aço-carbono, aços-liga, e inoxidáveis. Para ramais pequenos, até 2" de diâmetro, é usual o emprego de uma luva (rosqueada ou para solda de encaixe), soldada diretamente ao tubo-tronco, desde que esse último tenha pelo menos 4" de diâmetro. A norma ANSI.ASME.B.31.3 admite esse sistema, para ramais até 2", sem limitações de pressão e temperatura, e sem necessidade de reforços locais, desde que as luvas tenham resistência suficiente e desde que a relação entre os diâmetros nominais do tubo-tronco e da derivação seja igual ou superior a 4.

Os ramais de quaisquer diâmetros, acima de 1", podem ser feitos com o uso de "selas" ou de "colares", que são peças forjadas especiais, soldadas ao tubo-tronco, servindo também como reforço da derivação. Com essas peças podem-se fazer inclusive ramais com o mesmo diâmetro do tubo-tronco, admitindo as normas esse sistema de derivações sem limitações de pressão, temperatura, ou classe de serviço.

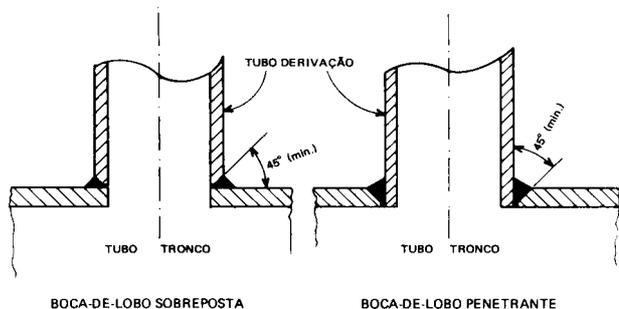


Fig. 10 - Bocas-de-lobo

Para os ramais de 2" ou mais, desde que o diâmetro do tubo-tronco seja maior do que o diâmetro do ramal, o sistema mais usual em tubulações industriais é a solda direta de um tubo no outro (boca-de-lobo). As bocas-de-lobo podem ser sobrepostas (set-on), ou penetrantes (set-in), também chamadas de inseridas, como mostra a Fig. 10. As sobrepostas são mais baratas, de execução mais fácil e dão menores tensões residuais de soldagem, sendo por isso empregadas na maioria dos casos, embora tenham menor resistência mecânica. As penetrantes têm maior resistência, resultando, porém, em maiores tensões residuais de soldagem, sendo usadas apenas em tubulações de parede muito espessa, para pressões muito altas, e para as quais deva ser feito o tratamento térmico de

alívio de tensões. A norma ANSI/ASME.B.31 (Seqs. 1 e 3) aceita ambos esses tipos de derivação, para quaisquer condições de pressão e temperatura, indicando detalhadamente os casos em que são necessários reforços locais, e dando as fórmulas para o cálculo dos mesmos, desde que os eixos da derivação e do tubo-tronco sejam concorrentes, e que o ângulo entre eles esteja compreendido entre 45° e 90°. Os reforços consistem geralmente em um anel de chapa envolvendo a derivação e soldado no tubo-tronco e na derivação.

As bocas-de-lobo são desaconselhadas para serviços sujeitos a forte vibrações ou altamente cíclicos.

Finalizando, podemos fazer a seguinte comparação geral entre os diversos sistemas de derivações soldadas:

- Bocas-de-lobo simples

Vantagens: Baixo custo, facilidade de execução (uma única solda), não há necessidade de peças especiais.

Desvantagens: Fraca resistência, concentração de tensões, perda de carga elevada, controle de qualidade e inspeção radiográfica difíceis. Alguns projetistas limitam o seu uso somente para a classe de pressão 150#.

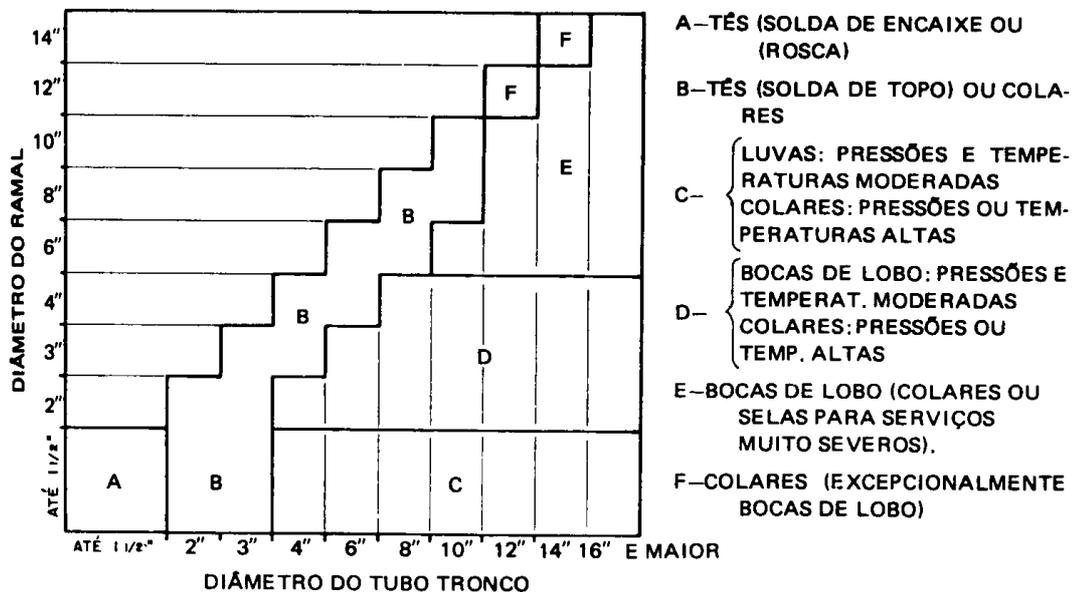


Fig. 11

- Bocas-de-lobo com anel de reforço

Vantagens: As mesmas do caso anterior, resistência mecânica melhor, concentração de tensões mais atenuada.

Desvantagens: Perda de carga elevada, controle de qualidade e inspeção radiográfica difíceis. Alguns projetistas proíbem o seu emprego para as classes de pressão 900# ou maior.

- Derivações com colares forjados

Vantagens: Boa resistência mecânica, melhor distribuição de tensões, melhor controle de qualidade, não há limitações de serviço ou de pressão e temperatura.

Desvantagens: Maior custo e necessidade do emprego de uma grande variedade de peças - o que dificulta a montagem e estocagem dos materiais - porque cada tipo de peça só se adapta a umas poucas combinações de diâmetros e espessuras; além disso, a solda do colar no tubo-tronco é sempre de difícil execução e inspeção. Comparando-se um "Tê" para solda de topo com um colar, vê-se que o "Tê" exige três soldas, ao passo que o colar apenas duas, mas todas as soldas do "Tê" são de topo e de fácil inspeção.

- Derivações com selas

Vantagens: Excelente resistência mecânica, baixa perda de carga, melhor distribuição de tensões, não há limitações de serviço ou de pressão e temperatura para o emprego.

Desvantagens: Custo elevado (não há fabricação nacional dessas peças), necessidade de peças especiais, montagem difícil.

A Fig. 11 mostra um gráfico resumo das recomendações usuais de emprego dos diversos sistemas para fazer derivações em tubos de aço.

Outros acessórios de tubulação

Existem ainda em uso corrente alguns outros acessórios de tubulação, entre os quais podemos citar os seguintes:

- Peças "figura 8" (spectacle flanges) - Fig. 12.
- Raquete (paddle blinds) - Fig. 12.
- Juntas giratórias (swivel joints).
- Discos de ruptura.

As peças "figura 8" (Fig. 12), as raquetes e as válvulas de flange cego, são acessórios que se instalam em uma tubulação, quando se deseja um bloqueio rigoroso e absoluto na tubulação. Esses acessórios são empregados também, algumas vezes, em

lugar das válvulas, por motivo de economia ou em locais onde o boqueio da tubulação só seja preciso fazer esporadicamente.

A Fig. 12 mostra exemplos de peças “figura 8” e de raquetes, que são acessórios simples, feitos de chapa de aço recortada. Essas peças são colocadas entre dois flanges quaisquer da tubulação; com o aperto dos parafusos dos flanges consegue-se a vedação absoluta da linha. As peças “figura 8” ficam permanentemente na tubulação; quando se deseja bloquear o fluxo põe-se o lado cheio entre os flanges, e quando se quer permitir o fluxo põe-se o lado vazado entre os flanges. As raquetes são colocadas na tubulação apenas quando se quer bloquear. As peças “figura 8” têm por isso a vantagem de manter sempre a mesma distância entre os flanges.

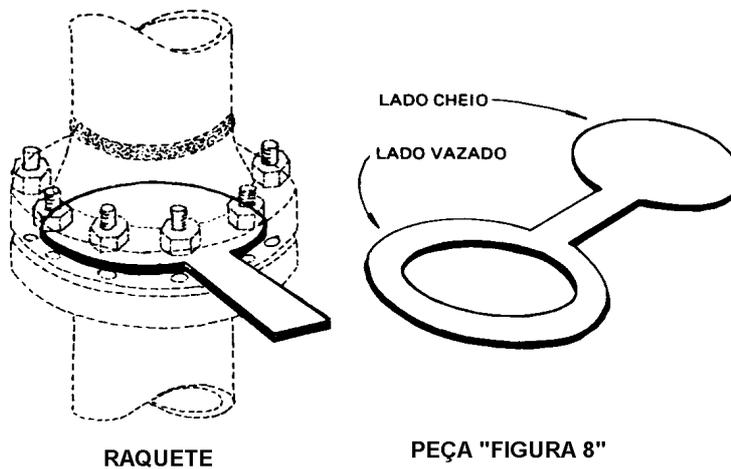


Fig. 12 - Raquete e peças “figura 8”

As peças “figura 8” e as Raquetes são empregadas, na maioria das vezes, junto a uma válvula de bloqueio, e colocadas diretamente em um dos flanges dessa válvula. Quando se deseja o bloqueio absoluto da tubulação, a manobra é a seguinte: fecha-se a válvula de bloqueio, drena-se o trecho de tubulação do lado em que for ficar a peça, desapertam-se os parafusos dos flanges colocando-se entre os flanges a raquete ou o lado fechado da “figura 8”, e apertam-se novamente os parafusos. Evidentemente, devem ser colocadas juntas de ambos os lados da raquete ou da “figura 8”, e os parafusos têm de ser mais compridos do que os parafusos usuais dos flanges. Para abrir o bloqueio é feita a mesma manobra em sentido inverso.

As juntas giratórias são acessórios que permitem o movimento de rotação axial, em torno de um eixo passando pela linha de centro do tubo. Consistem essencialmente em duas peças

cilíndricas concêntricas capazes de deslizar uma em torno da outra. Para evitar vazamentos, todas as juntas giratórias têm um sistema qualquer de engaxetamento ou de retentores. As juntas giratórias, que são fabricadas apenas em tamanhos pequenos (raramente acima de 4"), são usadas em locais em que seja necessário ter-se movimento de rotação axial como, por exemplo, nas instalações de enchimento de veículos e de vasilhames.

Os discos de ruptura são peças muito simples, destinadas a proteger uma tubulação contra sobrepressões internas, fazendo, portanto, o mesmo serviço das válvulas de segurança e de alívio. São discos de chapa fina resistente à corrosão, colocados em um extremo livre da linha, prensados entre dois flanges. A chapa fina é calculada e construída para se romper com um determinado valor da pressão interna. Os discos de ruptura são freqüentemente usados em combinação com uma válvula de segurança, e colocados antes da válvula. Existem discos de ruptura com uma pequena carga explosiva, de modo que podem ser rompidos quando necessário, por ação externa, manual ou automaticamente.



Válvulas

As válvulas são dispositivos destinados a estabelecer, controlar e interromper o fluxo em uma tubulação. São os acessórios mais importantes existentes nas tubulações, e que por isso devem merecer o maior cuidado na sua especificação, escolha e localização. Em qualquer instalação deve haver sempre o menor número possível de válvulas, compatível com o funcionamento da mesma, porque as válvulas são peças caras, onde sempre há possibilidade de vazamentos (em juntas, gaxetas etc.) e que introduzem perdas de carga, às vezes de grande valor. As válvulas são entretanto peças indispensáveis, sem as quais as tubulações seriam inteiramente inúteis. Por esse motivo, o desenvolvimento das válvulas é tão antigo quanto o das próprias tubulações; a Fig. 13 mostra, por exemplo, alguns tipos de válvulas projetadas no Séc. XV por Leonardo da Vinci.

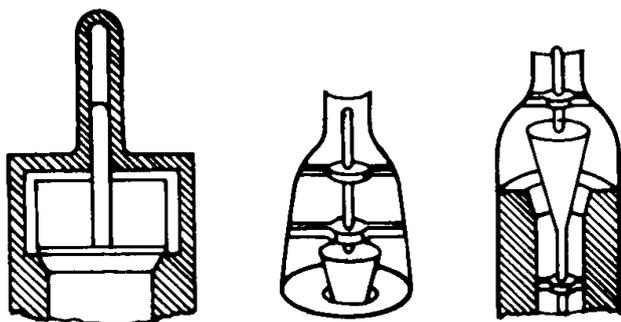


Fig. 13

As válvulas representam, em média, cerca de 8% do custo total de uma instalação de processamento.

A localização das válvulas deve ser estudada com cuidado, para que a manobra e a manutenção das mesmas sejam fáceis, e para que as válvulas possam ser realmente úteis.

Classificação das Válvulas

Existe uma grande variedade de tipos de válvulas, algumas para uso geral, e outras para finalidades específicas. São os seguintes os tipos mais importantes de válvulas:

1. *Válvulas de Bloqueio* (block-valves)
 - Válvulas de gaveta (gate valves).
 - Válvulas macho (plug, cock valves).
 - Válvulas de esfera (ball valves).
 - Válvulas de comporta (slide, blast valves).

Denominam-se válvulas de bloqueio as válvulas que se destinam primordialmente a apenas estabelecer ou interromper o fluxo, isto é, que só devem funcionar completamente abertas ou completamente fechadas. As válvulas de bloqueio costumam ser sempre do mesmo diâmetro nominal da tubulação, e têm uma abertura de passagem de fluido com secção transversal comparável com a da própria tubulação.

2. *Válvulas de Regulagem* (throttling valves)
 - Válvulas globo (globe valves).
 - Válvulas de agulha (needle valves).
 - Válvulas de controle (control valves).
 - Válvulas borboleta (butterfly valves).
 - Válvulas de diafragma (diaphragm valves).

Válvulas de regulagem são as destinadas especificamente para controlar o fluxo, podendo por isso trabalhar em qualquer posição de fechamento parcial.

Essas válvulas são as vezes, por motivo de economia, de diâmetro nominal menor do que a tubulação.

As Válvulas borboleta e de diafragma, embora sejam especificamente válvulas de regulagem, também podem trabalhar como válvulas de bloqueio.

3. *Válvulas que Permitem o Fluxo em Um só Sentido*
 - Válvulas de retenção (check valves).
 - Válvulas de retenção e fechamento (stop-check valves).
 - Válvulas de pé (foot valves).

4. *Válvulas que Controlam a Pressão de Montante*

- Válvulas de segurança e de alívio (safety, relief valves).
- Válvulas de contrapressão (back-pressure valves).

5. *Válvulas que Controlam a Pressão de Jusante*

- Válvulas redutoras e reguladoras de pressão.

Válvulas de Gaveta

Esse é o tipo de válvula mais importante e de uso mais generalizado.

Os principais empregos das válvulas de gaveta são os seguintes:

1. Em quaisquer diâmetros, para todos os serviços de bloqueio em linhas de água, óleos e líquidos em geral, desde que não sejam muito corrosivos, nem deixem muitos sedimentos ou tenham grande quantidade de sólidos em suspensão.
2. Em diâmetros acima de 8" para bloqueio em linhas de vapor.
3. Em diâmetros acima de 2" para bloqueio em linhas de ar.

São usadas para quaisquer pressões e temperaturas. Não são adequadas para velocidades de escoamento muito altas.

O fechamento nessas válvulas é feito pelo movimento de uma peça chamada de gaveta, que se desloca paralelamente ao orifício da válvula, e perpendicularmente ao sentido geral de escoamento do fluido (Figs. 14 a 16). Quanto totalmente aberta a perda de carga causada é muito pequena. Só devem trabalhar completamente abertas ou completamente fechadas. Quando parcialmente abertas, causam perdas de carga elevadas e também laminagem da veia fluida, acompanhada muitas vezes de cavitação e violenta corrosão e erosão.

São sempre de fechamento lento, sendo impossível fechá-las instantaneamente: o tempo necessário para o fechamento será tanto maior quanto maior for a válvula. Essa é uma grande vantagem das válvulas de gaveta, porque assim controla-se o efeito dos golpes de aríete.

As válvulas de gaveta dificilmente dão uma vedação absolutamente estanque (bubble-tight closing); entretanto, na maioria das aplicações práticas, tal vedação não é necessária.

As válvulas de gaveta, como têm o fechamento de metal contra metal, são consideradas de segurança em caso de incêndio, desde que os metais empregados sejam de alto ponto de fusão

(mais de 1.100°C). Uma válvula qualquer é considerada à prova de fogo desde que seja capaz de manter a vedação mesmo quando envolvida por um incêndio.

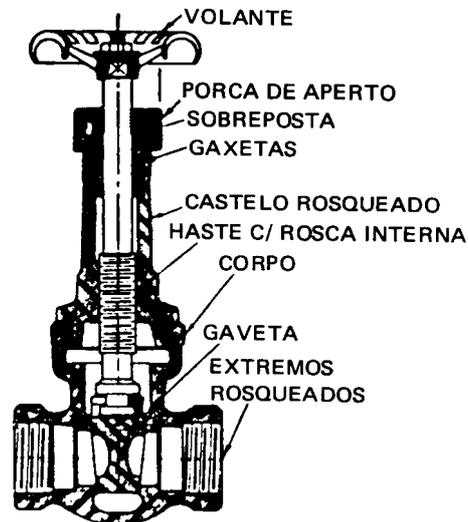


Fig. 14 - Válvula de gaveta, pequena, castelo rosqueado, tipo "RS".

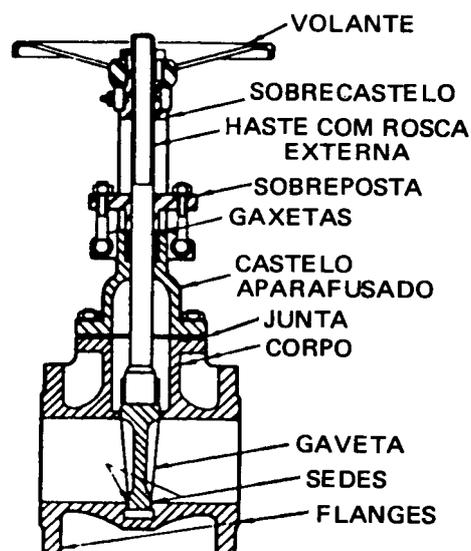


Fig. 15 - Válvula de gaveta, grande, castelo aparafusado, tipo "OS & Y".

A gaveta das válvulas pode ser em cunha ou paralela. As gavetas em cunha são de melhor qualidade e dão, devido à ação de cunha, um fechamento mais seguro do que as gavetas paralelas, embora sejam de construção e de manutenção mais difíceis. Na maioria das válvulas a gaveta é uma peça única maciça (Fig. 15). Em algumas válvulas a gaveta é composta de duas peças que se encaixam entre si e se ajustam livremente sobre a sede (Fig. 17). Nas válvulas de boa qualidade ou para serviços severos, as sedes são postiças e substituíveis, sendo a construção preferível os anéis integrais rosqueados no corpo da válvula.

As válvulas de gaveta de tamanho grande para altas pressões costumam ter, integral na válvula, uma pequena tubulação contornando a válvula (by-pass), fechada por uma válvula,. Antes de se abrir a válvula principal abre-se a pequena válvula do contorno para equilibrar as pressões nos dois lados da gaveta, facilitando desse modo a operação da válvula. As válvulas de gaveta, de 8" ou maiores, de classe de pressão 400#, ou acima, devem ter tubulação de contorno.

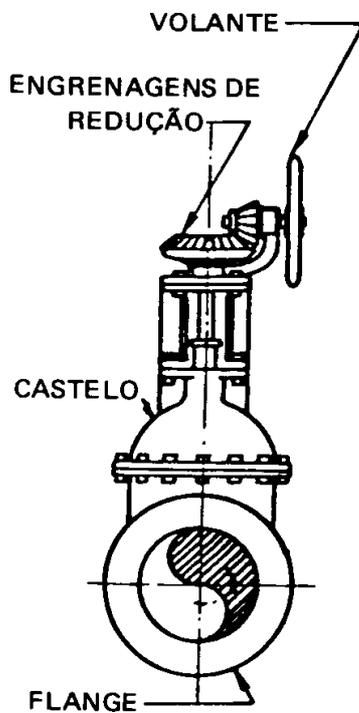


Fig. 16 - Válvula de gaveta, pequena com redução de engrenagens.

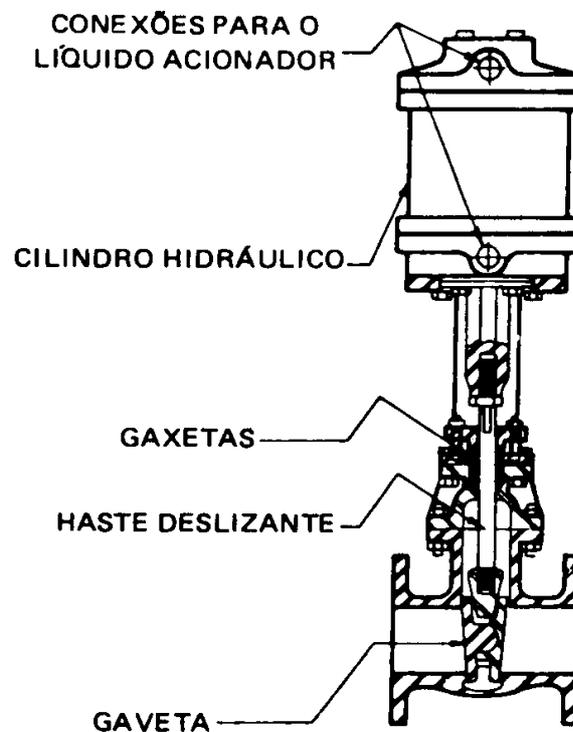


Fig. 17 - Válvula comandada por cilindro

hidráulico

Variantes das Válvulas de Gaveta

1. *Válvulas de comporta ou de guilhotina* (slide valves) - São válvulas em que a gaveta é uma comporta que desliza livremente entre guias paralelas. Essas válvulas, que não dão fechamento estanque, são usadas em grandes diâmetros, para ar, gases e água em baixa pressão, e também em quaisquer diâmetros, para produtos espessos ou de alta viscosidade (pasta de papel, por exemplo), e para fluidos abrasivos).
2. *Válvulas de fecho rápido* (quick-acting valves) - Nessas válvulas a gaveta é manobrada por uma alavanca externa fechando-se com um movimento único da alavanca (Fig. 18). As válvulas de fecho rápido são usadas apenas em serviços em que se exija o fechamento rápido (enchimento de tanque de carros, vasilhames etc.), porque pela interrupção brusca do movimento do fluido, podem causar violentos choques nas tubulações.

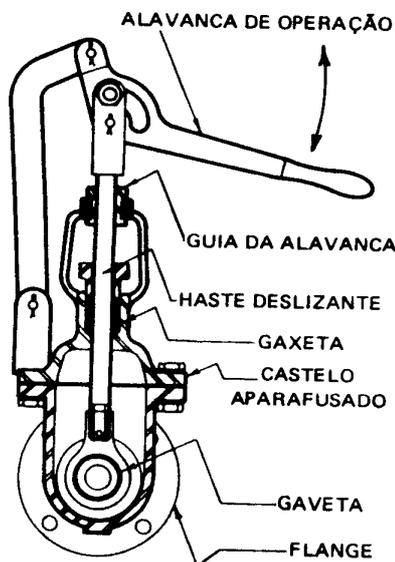


Fig. 18 - Válvula de fecho rápido.

3. *Válvulas de passagem plena* (through conduit valves) - As válvulas de passagem plena, muito empregadas em oleodutos, têm uma gaveta volumosa e contendo um orifício exatamente do mesmo diâmetro interno da tubulação (Fig. 19). A válvula é construída de tal forma, que quando aberta, o orifício da gaveta fica em rigorosa continuação da tubulação, fazendo com que a perda de carga através da válvula seja extremamente baixa. Essa disposição tem ainda

a vantagem de facilitar a limpeza mecânica interna da tubulação, bem como com a passagem dos “pigs” de separação de fluidos, muito usados em oleodutos. A carcaça dessas válvulas tem uma protuberância inferior para alojar a gaveta quando a válvula estiver fechada.

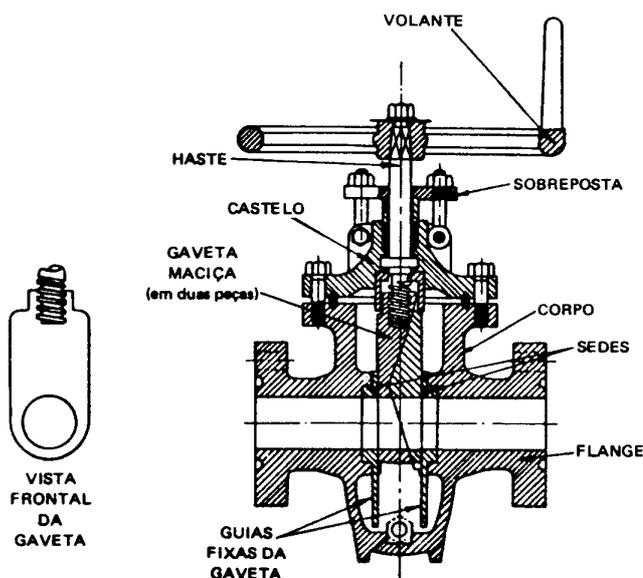


Fig. 19 - Válvula de passagem plena

Válvulas Macho

As Válvulas macho representam em média cerca de 10% de todas as válvulas usadas em tubulações industriais. Aplicam-se principalmente nos serviços de bloqueio de gases (em quaisquer diâmetros, temperaturas e pressões), e também no bloqueio rápido de água, vapor e líquidos em geral (em pequenos diâmetros e baixas pressões). As Válvulas macho são recomendadas também para serviços com líquidos que deixem sedimentos ou que tenham sólidos em suspensão. Uma das vantagens dessas válvulas sobre as de gaveta, é o espaço muito menor.

Nessas válvulas o fechamento é feito pela rotação de uma peça (macho), onde há um orifício broqueado, no interior, do corpo da válvula. São válvulas de fecho rápido, porque fecham-se com ¼ de volta do macho ou da haste (Fig. 20). As Válvulas macho só devem ser usadas como válvulas de bloqueio, isto é, não devem funcionar em posições de fechamento parcial. Quando totalmente abertas, a perda de carga causada é bastante pequena, porque a trajetória do fluido é também reta e livre.

O macho é quase sempre tronco-cônico, dispondo, exceto em válvulas muito pequenas, de um meio qualquer de ajustagem na sede, tal como mola, parafuso etc.

Existem dois tipos gerais de Válvulas macho: válvulas com e sem lubrificação. Nas válvulas com lubrificação há um sistema de injeção de graxa lubrificante sob pressão através do macho para melhorar a vedação e evitar que o macho possa ficar preso; são as válvulas geralmente empregadas em serviços com gases. O lubrificante usado deve ser tal que não se dissolva nem contamine o fluido conduzido. O macho tem sempre rasgos para a distribuição do lubrificante por toda superfície de contato com as sedes.

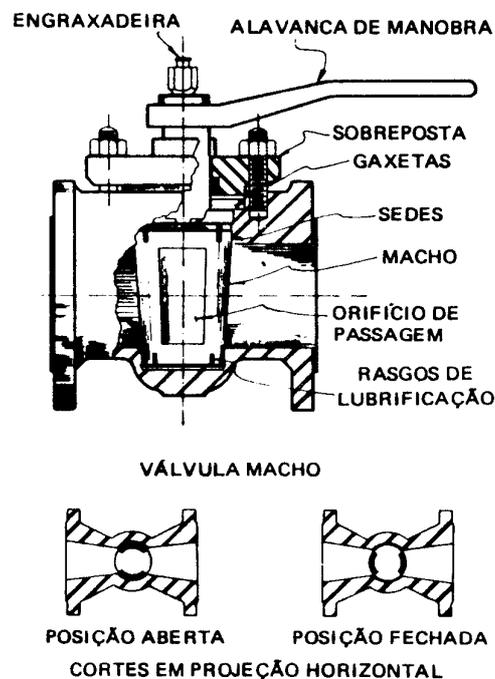


Fig. 20 - Válvula macho

As válvulas sem lubrificação, de boa qualidade, usadas para gases têm o macho e as sedes endurecidos e retificados, ou sedes removíveis de material resiliente (borracha, neoprene, teflon etc.); essas últimas não são à prova de fogo, só podendo ser empregadas até o limite de temperatura permitido pelo material das sedes. Essas válvulas, que dão toda ótima vedação, são de uso mais raro do que as com lubrificação; empregam-se, por exemplo, para temperaturas com fluidos para os quais não haja lubrificante adequado.

São comuns também Válvulas macho pequenas e baratas, não lubrificadas, chamadas de “torneiras” (cocks), nas quais o

macho é integral com a haste; empregam-se as torneiras para drenos e outros serviços secundários com água, vapor e óleos.

As Válvulas macho com diâmetros nominais até 4" - 6" costumam ser manobradas por alavanca, como mostra o exemplo da Fig. 20; para diâmetros maiores empregam-se volantes com parafuso sem fim, com a finalidade de facilitar a operação.

Variantes das Válvulas Macho

1. *Válvulas de esfera* - O macho nessas válvulas é uma esfera que gira sobre um diâmetro, deslizando entre anéis retentores de material resiliente não-metálico, tornando a vedação absolutamente estanque (Fig. 21). As vantagens das válvulas de esfera sobre as de gaveta são o menor tamanho, peso e custo, melhor vedação, maior facilidade de operação e menor perda de carga. Essas válvulas são também melhores para fluidos que tendem a deixar depósitos sólidos, por arraste, polimerização, coagulação etc.: A superfície interna lisa da válvula dificulta a formação desses depósitos, enquanto que, para a válvula de gaveta, o depósito pode impedir o fechamento completo ou a própria movimentação da gaveta. Algumas válvulas de esfera são "à prova de fogo", com dispositivos especiais de dupla sede garantindo perfeita vedação, mesmo no caso de destruição dos anéis retentores, estando a válvula envolvida por um incêndio.

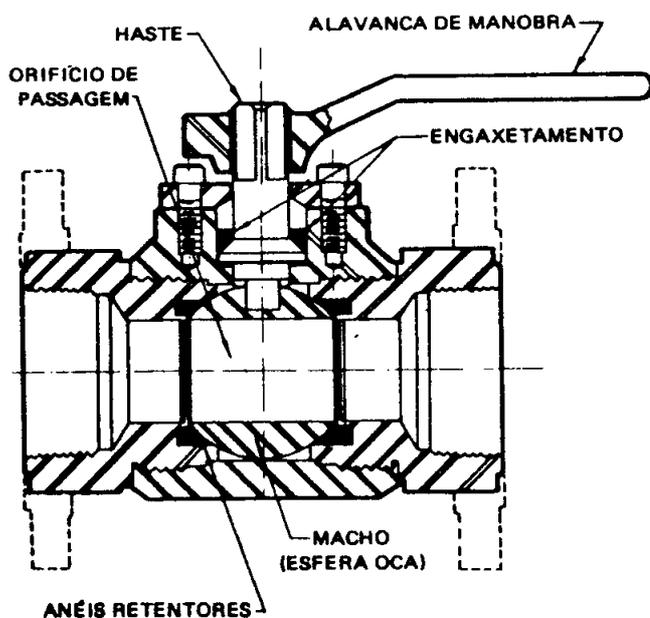


Fig. 21 - Válvula de esfera

As válvulas de esfera podem ser de “passagem plena” ou de “passagem reduzida”; nas primeiras, o orifício da válvula é equivalente à seção interna do tubo e, nas outras, é menor. Essas últimas são bastante usadas por motivo de economia.

Existem também válvulas desse tipo que têm o furo na esfera em forma de “V” e que podem ser empregadas tanto para bloqueio como para regulagem.

Tanto as Válvulas macho como as de esfera são muito facilmente adaptáveis à operação por meio de atuadores pneumáticos ou elétricos, com comando remoto.

2. *Válvulas de 3 ou 4 vias* (three & four way valves) - O macho nessas válvulas é furado em “T”, em “L” ou em cruz, dispondo a válvula de 3 ou 4 bocais para ligação às tubulações (Fig. 22). As válvulas de 3 e 4 vias são fabricadas e empregadas apenas em diâmetros pequenos, até 4”.



Fig. 22 - Válvula de 3 vias

Válvulas Globo

Nas Válvulas globo o fechamento é feito por meio de um tampão que se ajusta contra uma única sede, cujo orifício está geralmente em posição paralela ao sentido geral de escoamento do fluido (Fig. 23). As Válvulas globo podem trabalhar em qualquer posição de fechamento, isto é, são válvulas de regulagem. Causam, entretanto, em qualquer posição, fortes perdas de carga devido às mudanças de direção e turbilhonamento do fluido dentro da válvula.

As Válvulas globo dão uma vedação bem melhor do que as válvulas de gaveta, podendo-se conseguir, principalmente em

válvulas pequenas, uma vedação absolutamente estanque. Na maioria das Válvulas globo o fechamento é de metal contra metal, o que torna essas válvulas à prova de fogo desde que todos os metais sejam de alto ponto de fusão (mais de 1.100°C). Em algumas válvulas, de tamanhos pequenos, tem-se o tampão com um anel não metálico, de borracha, neoprene, plásticos etc. Essas válvulas, que estão limitadas às temperaturas de trabalho dos materiais não metálicos do tampão, dão uma vedação muito boa e destinam-se, entre outras aplicações, a serviços com fluidos corrosivos. O tampão pode ser integral com a haste, que é o sistema usado em válvulas pequenas e baratas, ou desmontável, que é a disposição usual nas válvulas maiores de melhor qualidade. Exceto em válvulas pequenas e baratas, a sede costuma ser um anel substituível rosqueado no corpo da válvula.

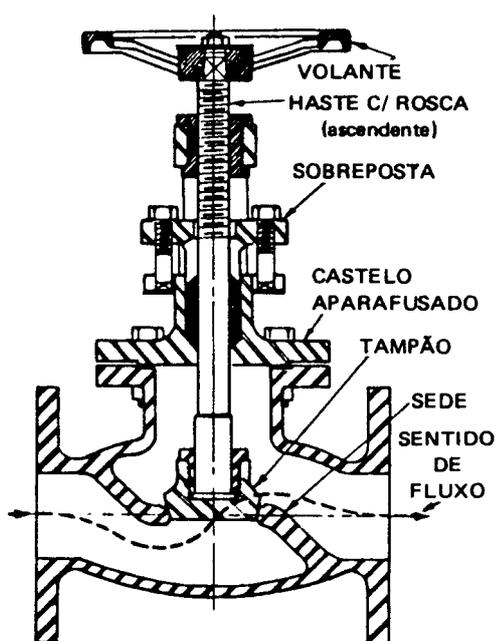


Fig. 23 - Válvula globo

Como regra geral, as Válvulas globo devem ser instaladas de forma que o fluido entre pela face inferior do tampão.

As Válvulas globo são usadas principalmente para serviços de regulagem e de fechamento estanque em linhas de água, óleos, líquidos em geral (não muito corrosivos), e para o bloqueio e regulagem em linhas de vapor e de gases. Para todos esses serviços as Válvulas globo são empregadas para quaisquer

pressões e temperaturas, em diâmetros até 8". Não é usual o emprego de Válvulas globo em diâmetros maiores porque seriam muito caras e dificilmente dariam uma boa vedação.

Variantes das Válvulas Globo

1. *Válvulas angulares* (angle valves) - As válvulas angulares têm os bocais da entrada e de saída a 90°, um com o outro, dando por isso perdas de carga bem menores do que as Válvulas globo normais (Fig. 24). Essas válvulas têm pouco uso em tubulações industriais porque uma válvula, em princípio, não deve sofrer os esforços aos quais as curvas e joelhos estão geralmente submetidos. Por essa razão, só se devem usar válvulas angulares, quando localizadas em uma extremidade livre da linha, principalmente tratando-se de linhas quentes.

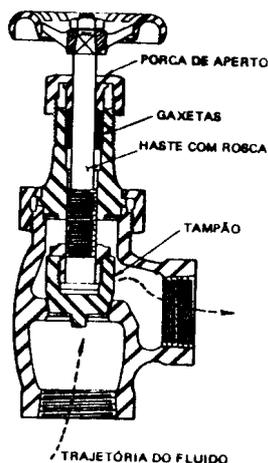


Fig. 24 - Válvula angular

2. *Válvulas em "Y"* - Essas válvulas têm a haste a 45° com o corpo, de modo que a trajetória da corrente fluida fica quase retilínea, com um mínimo de perda de carga (Fig. 25). Essas válvulas são muito usadas para bloqueio e regulagem de vapor, e preferidas também para serviços corrosivos e erosivos.

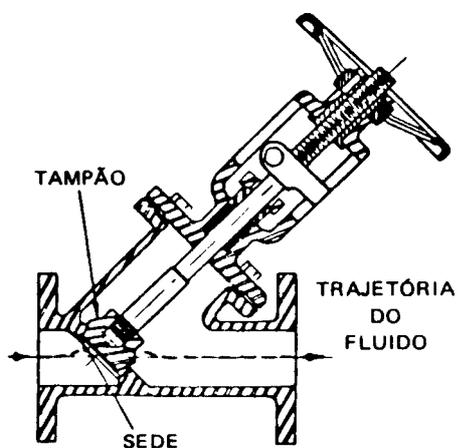


Fig. 25 - Válvula em "Y"

3. *Válvulas de agulha* (needle valves) - O tampão nessas válvulas é substituído por uma peça cônica, a agulha, permitindo um controle de precisão do fluxo (Fig. 26). São válvulas usadas para regulação fina de líquidos e gases, em diâmetros até 2".

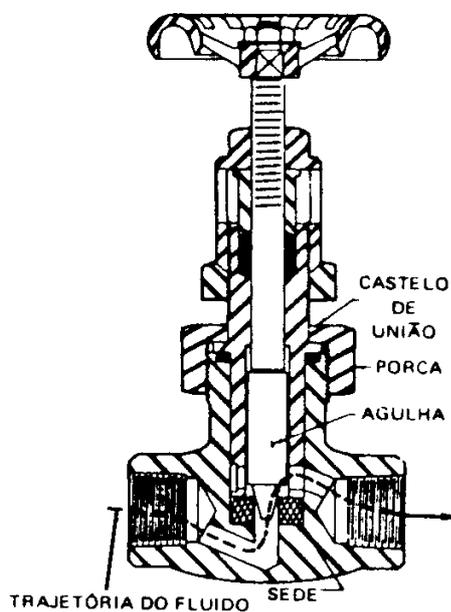


Fig. 26 - Válvula de agulha

Válvulas de Retenção

Essas válvulas permitem a passagem do fluido em um sentido apenas, fechando-se automaticamente por diferença de pressões, exercidas pelo fluido em consequência do próprio escoamento, se houver tendência à inversão no sentido do fluxo. São, portanto, válvulas de operação automática.

Empregam-se as válvulas de retenção quando se quer impedir em determinada linha qualquer possibilidade de retorno do fluido por inversão do sentido de escoamento. Como todas essas válvulas provocam uma perda de carga muito elevada, só devem ser usadas quando forem de fato imprescindíveis. Citaremos três casos típicos de uso obrigatório de válvulas de retenção:

1. Linhas de recalque de bombas (imediatamente após a bomba) quando se tiver mais de uma bomba em paralelo descarregando no mesmo tronco. As válvulas de retenção servirão nesse caso para evitar a possibilidade da ação de uma bomba que estiver operando sobre outras bombas que estiverem paradas.
2. Linha de recalque de uma bomba para um reservatório elevado. A válvula de retenção evitará o retorno do líquido no caso de ocorrer uma paralisação súbita no funcionamento da bomba.
3. Extremidade livre de uma linha de sucção de bomba (válvula mergulhada no líquido), no caso de sucção positiva. A válvula de retenção (válvula de pé) servirá para manter a escorva da bomba.

As válvulas de retenção devem sempre ser instaladas de tal maneira que a ação da gravidade tenda a fechar a válvula. Por esse motivo, quase todas essas válvulas (com exceção de alguns modelos de portinhola dupla com mola) só podem ser colocadas em tubos verticais, quando o fluxo for ascendente.

Existem três tipos principais de válvulas de retenção:

1. *Válvulas de retenção de levantamento* (lift-check valves) - O fechamento dessas válvulas é feito por meio de um tampão, semelhante ao das Válvulas globo, cuja haste desliza em uma guia interna. O tampão é mantido suspenso, afastado da sede, por efeito da pressão do fluido sobre a sua face inferior. É fácil de entender que caso haja tendência à inversão do sentido de escoamento, a pressão do fluido sobre a face superior do tampão, aperta-o contra a sede, interrompendo o fluxo. Existem modelos diferentes para trabalhar em posição horizontal e em posição vertical. As válvulas de retenção de pistão (piston-check valves) são

uma variante desse tipo nas quais a peça de fechamento é um pistão deslizante.

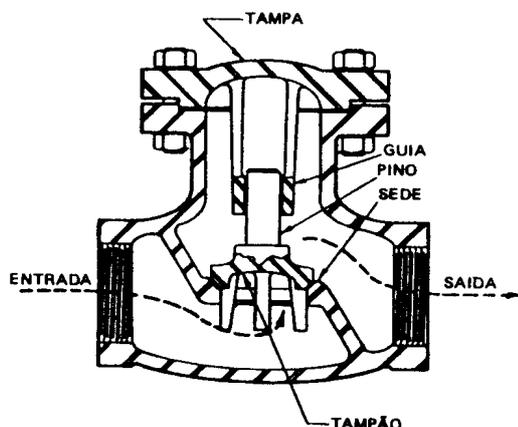


Fig. 27 - Válvula de retenção de levantamento

Todas essas válvulas causam perdas de carga bastante elevadas, não sendo por isso fabricadas nem usadas para diâmetros acima de 6”.

As válvulas desse tipo são adequadas ao trabalho com gases e vapores. Não devem ser usadas para fluidos que deixem sedimentos ou depósitos sólidos. Essas válvulas podem ser empregadas para tubulações com fluxo pulsante ou sujeitas a vibrações.

2. *Válvulas de retenção de portinhola (swing-check valves)* - É o tipo mais usual de válvulas de retenção; o fechamento é feito por uma portinhola articulada que se assenta no orifício da válvula. Existem também modelos para trabalhar em posição horizontal (mais comum), Fig. 28, ou vertical.

As perdas de carga causadas, embora elevadas, são menores do que as introduzidas pelas válvulas de retenção de levantamento, porque a trajetória do fluido é retilínea. Essas válvulas são empregadas para serviços com líquidos; não devem ser usadas em tubulações sujeitas a freqüentes inversões de sentido de fluxo, porque nesse caso têm tendência a vibrar fortemente (chattering).

Para diâmetros muito grandes, acima de 12”, essas válvulas costumam ter a portinhola balanceada, isto é, o eixo de rotação atravessa a portinhola que fica assim com uma parte para cada lado do eixo. A finalidade dessa disposição é amortecer o choque de fechamento da válvula quando houver inversão do fluxo.

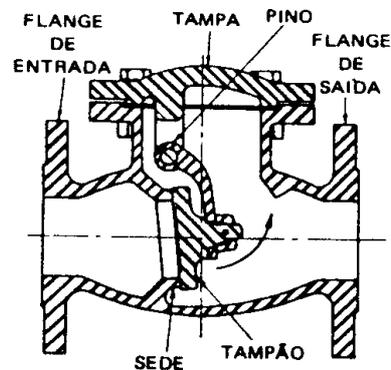


Fig. 28 - Válvula de retenção de portinhola

Algumas válvulas de retenção desse tipo têm uma alavanca externa, com a qual a portinhola pode ser aberta ou fechada, à vontade, quando necessário.

Estão atualmente muito em uso, principalmente para grandes diâmetros, válvulas de portinhola tipo “wafer”, que são muito mais leves e mais curtas do que as válvulas de construção convencional. O corpo dessas válvulas é semelhante ao da válvula mostrada na Fig. 35. Existem também válvulas tipo “wafer” de portinhola dupla bipartida (válvulas “duo-deck”), que apresentam, em relação às válvulas convencionais, menor tamanho e menor perda de carga; algumas dessas válvulas, com fechamento por mola, podem trabalhar em tubos verticais com fluxo para baixo.

3. *Válvulas de retenção de esfera* (ball-check valves) - São semelhantes às válvulas de retenção de levantamento, sendo porém o tampão substituído por uma esfera (Fig. 29). É o tipo de válvula de retenção cujo fechamento é mais rápido. Essas válvulas, que são muito boas para fluidos de alta viscosidade, são fabricadas e usadas apenas para diâmetros até 2”.

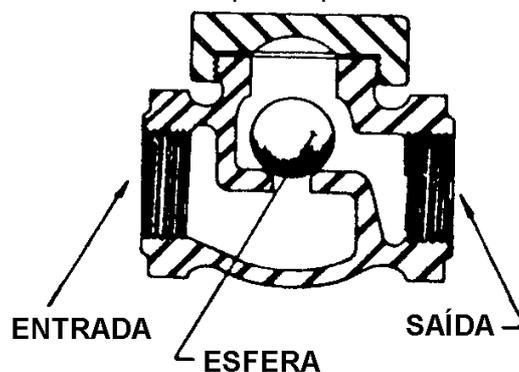


Fig. 29 - Válvula de retenção de esfera

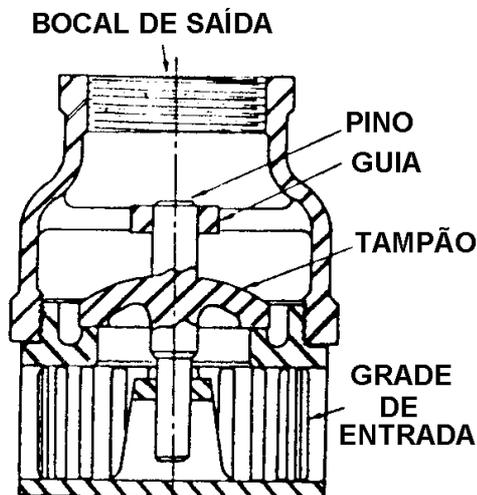


Fig. 30 - Válvula de pé

Variantes das Válvulas de Retenção

1. *Válvulas de pé* (foot valves) - São válvulas de retenção especiais para manter a escorva (linha com líquido) nas linhas de sucção de bombas; devem ser instaladas na extremidade livre da linha, ficando mergulhadas dentro do líquido no reservatório de sucção. Essas válvulas são semelhantes à válvulas de retenção de levantamento, tendo geralmente no tampão um disco de material resiliente (plásticos, borracha etc.), para melhorar a vedação. Possuem também uma grade externa de proteção (Fig. 30).
2. *Válvulas de retenção e fechamento* (stop-check valves) - São semelhantes às Válvulas globo, tendo o tampão capaz de deslizar sobre a haste. Na posição aberta, funcionam com válvula de bloqueio. Usadas nas linhas de saída de caldeiras.

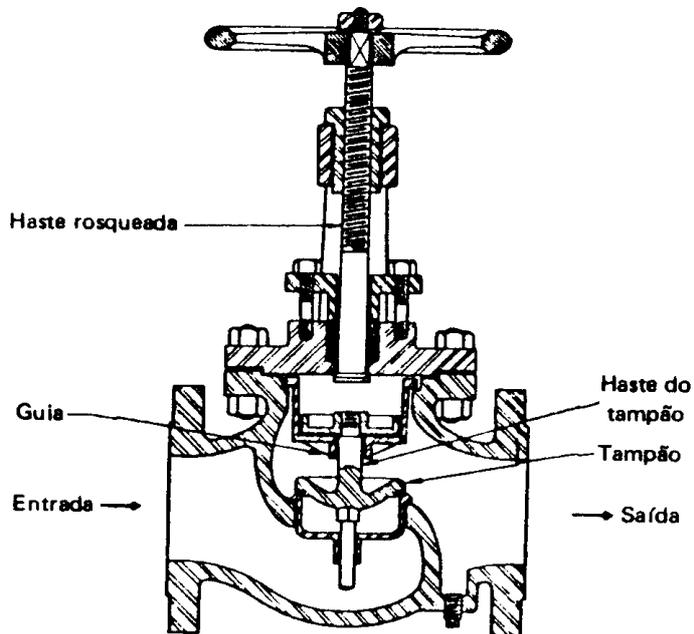


Fig. 31 - Válvula de retenção e fechamento

Válvulas de Segurança e de Alívio

Essas válvulas controlam a pressão a montante abrindo-se automaticamente, quando essa pressão ultrapassar um determinado valor para o qual a válvula foi ajustada, e que se denomina “pressão de abertura” da válvula (set-pressure). A válvula fecha-se em seguida, também automaticamente, quando a pressão cair abaixo da pressão de abertura.

A construção dessas válvulas é semelhante à das Válvulas globo angulares. O tampão é mantido fechado contra a sede pela ação de uma mola, com porca de regulagem (Fig. 32). Regula-se a tensão da mola de maneira que a pressão de abertura da válvula tenha o valor desejado.

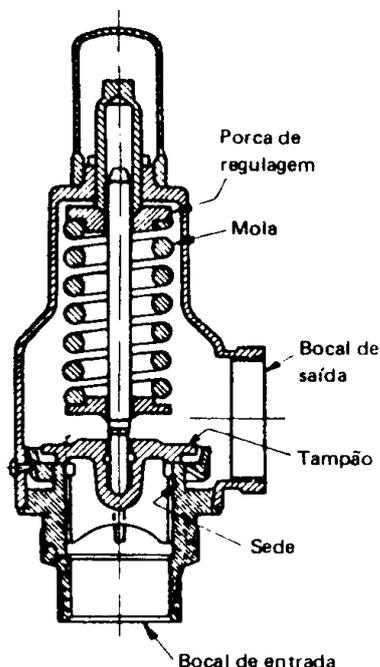


Fig. 32 - Válvula de segurança

A mola pode ser interna, dentro do castelo da válvula, ou externa, preferindo-se essa última disposição para serviços com fluidos corrosivos ou viscosos, para que o fluido não fique em contato com a mola. Existem ainda válvulas que em lugar da mola têm um contrapeso externo de posição ajustável, que mantém a válvula fechada. Essas válvulas, muito empregadas no passado, estão atualmente quase desaparecidas.

Todas essas válvulas são chamadas “de segurança” quando destinadas a trabalhar com fluidos elásticos (vapor, ar, gases), e “de alívio” quando destinadas a trabalhar com líquidos, que são fluidos incompressíveis. A construção das válvulas de segurança e de alívio é basicamente a mesma; a principal diferença reside no perfil da sede e do tampão.

Devido à compressibilidade e à força elástica, para fazer cair a pressão de um gás é necessário que um grande volume do gás possa escapar em um tempo muito curto. Por essa razão, o desenho dos perfis da sede e do tampão nas válvulas de segurança é feito de tal forma que a abertura total se dê imediatamente após ser atingida a pressão de abertura. Nas válvulas de alívio, pelo contrário, a abertura é gradual, atingindo o máximo com 110 a 125% da pressão de abertura, porque uma pequena quantidade de líquido que escape faz logo abaixar muito a pressão.

As válvulas de segurança devem ser instaladas sempre acima do nível do líquido, para que não sejam atravessadas pelo

líquido. Estas válvulas costumam ter uma alavanca externa com a qual é possível fazer-se manualmente o disparo da válvula para teste.

Modernamente, foram desenvolvidas válvulas de segurança que tanto podem servir para líquidos como para gases (pop-safety valves), de forma que, para essas válvulas, a antiga distinção entre válvulas de segurança e de alívio é um conceito ultrapassado.

A norma API-RP-520, do “American Petroleum Institute”, contém fórmulas e procedimentos de cálculo para o dimensionamento de válvulas de segurança e de alívio. Essas válvulas costumam ser consideradas como instrumentos, e não como componentes de tubulação.

As válvulas de quebra de vácuo (ou ventosas) destinadas a evitar a formação de vácuo em tubulações, são também semelhantes às válvulas de segurança, com a diferença de que se abrem de fora para dentro admitindo ar, quando há um vácuo, em lugar de se abrirem de dentro para fora. Essas válvulas são empregadas principalmente em tubulações de grande diâmetro, nas quais a formação acidental de um vácuo pode causar o colapso em consequência da pressão atmosférica.

Válvulas de Controle

Essas válvulas são usadas em combinação com instrumentos automáticos, e comandadas à distância por esses instrumentos, para controlar a vazão ou a pressão de um fluido. A válvula tem sempre um atuador (pneumático, hidráulico ou elétrico), que faz movimentar a peça de fechamento, em qualquer posição, em determinada proporção, por um sinal recebido de uma fonte motriz externa. Esse sinal (a pressão do ar comprimido, por exemplo) é comandado diretamente pelo instrumento automático. A válvula em si é quase sempre semelhante a uma válvula globo. Para diminuir o esforço necessário à operação, e assim facilitar o controle, essas válvulas têm freqüentemente dois tampões superpostos na mesma haste, que se assentam em duas sedes colocadas de tal maneira que a pressão do fluido exercida sobre um tampão contrabalança a pressão exercida sobre o outro (Fig. 33).

É evidente que para qualquer tipo de válvula a percentagem de fluxo permitido é função da percentagem de abertura da válvula, isto é, existe sempre uma relação de interdependência entre o fluxo permitido e a posição de abertura: Quando a abertura é

zero o fluxo também é zero; quando a abertura é 100% o fluxo é 100%. Nas posições intermediárias a percentagem de fluxo pode ser maior ou menor do que a percentagem de abertura, dependendo do tipo de válvula e dos perfis da sede e da peça de fechamento. A curva 1 da Fig. 34, representa a referida função para uma válvula de gaveta comum. No caso das válvulas de controle, essa relação de interdependência é muito importante, por se tratar de válvulas destinadas á regulação rigorosa do fluxo em qualquer posição. Os tampões e sedes dessas válvulas têm por isso perfis especialmente projetados e cuidadosamente construídos para resultar em funções predeterminadas. Os perfis mais comuns são os de igual percentagem (curva 2) e os de abertura rápida (curva 3).

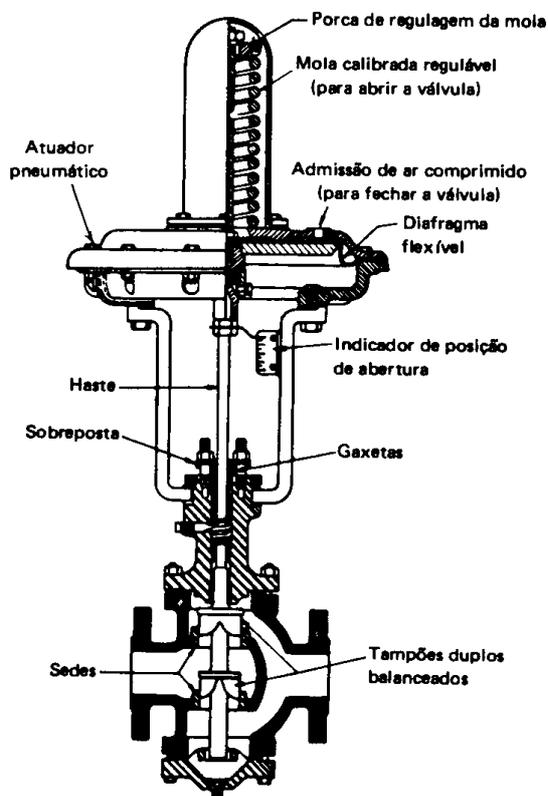


Fig. 33 - Válvula de controle

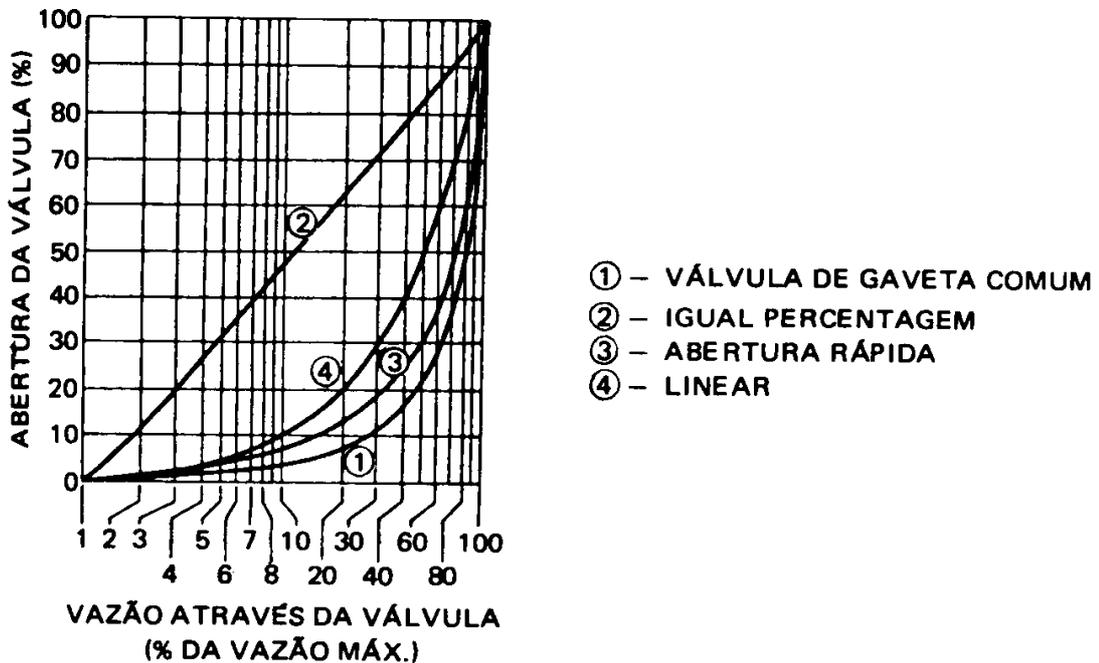


Fig. 34 - Curvas características de fechamento de válvulas (percentagem de fluxo permitido em funções da percentagem de abertura)

A Fig. 33 mostra um modelo muito comum dessas válvulas, com atuador pneumático. Em geral, o atuador opera em um só sentido (para abrir ou para fechar), sendo a ação inversa feita por uma mola de tensão regulável. Na válvula da Fig. 33, a pressão do ar sobre a face superior do diafragma faz fechar a válvula, enquanto que a mola faz abrir.

Existem ainda válvulas de controle cujo corpo é uma válvula de esfera, com o furo na esfera em forma de "V", e outras com o corpo de válvulas borboleta ou de diafragma.

As válvulas de controle, embora dificilmente dêem uma vedação perfeita, são sempre de construção e usinagem cuidadosas, e de materiais da melhor qualidade.

Outros Tipos Importantes de Válvulas

1. *Válvulas borboleta* - As válvulas borboleta são basicamente válvulas de regulação, mas também podem trabalhar como válvulas de bloqueio. O fechamento da válvula é feito pela rotação de uma peça circular (disco), em torno de um eixo perpendicular à direção de escoamento do

fluido. A válvula mostrada na Fig. 35 é do tipo “wafer”, que é um modelo leve e econômico, destinado a ser instalado entre dois flanges da tubulação, com os parafusos passando em torno do corpo da válvula. Existem também válvulas de construção convencional, com extremidades flangeadas, que são evidentemente mais pesadas, mais compridas e mais caras do que o modelo da figura. Estas válvulas são empregadas para altas pressões e para diâmetros grandes, onde a montagem das válvulas do tipo “wafer” pode ser difícil.

Quase todas as válvulas borboleta têm anéis de sede não metálicos (teflon, neoprene, buna N etc.), com os quais se consegue uma vedação muito boa. Algumas válvulas possuem um punho com catraca na alavanca, permitindo a fixação da alavanca nas posições aberta ou fechada, bem como em várias posições intermediárias.

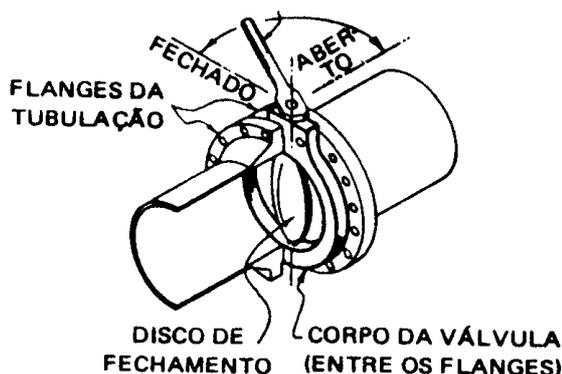


Fig. 35 - Válvula borboleta (tipo “wafer”).

Existem válvulas com revestimento anticorrosivo tanto no corpo como no eixo e no disco de fechamento, que podem ser usadas em serviços de alta corrosão.

As válvulas borboleta são empregadas principalmente para tubulações de grande diâmetro, baixas pressões e temperaturas moderadas, tanto para líquidos como para gases, inclusive para líquidos sujos ou contendo sólidos em suspensão, bem como para serviços corrosivos.

O emprego dessas válvulas tem aumentado muito, por serem leves e baratas, e também por serem facilmente adaptáveis a comando remoto.

2. *Válvula de diafragma* - São válvulas sem gaxeta muito usadas para regulação ou bloqueio com fluidos corrosivos, tóxicos, inflamáveis, ou perigosos de um modo geral. O fechamento da válvula é feito por meio de um diafragma

flexível que é apertado contra a sede; o mecanismo móvel que controla o diafragma fica completamente fora do contato com o fluido (Fig. 36). Existem também algumas válvulas de diafragma que têm a passagem reta, próprias para serviços que necessitam eventualmente de desobstrução mecânica através da válvula.

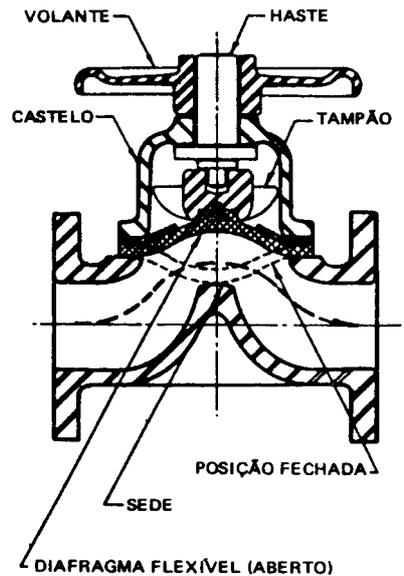


Fig. 36 - Válvula de diafragma

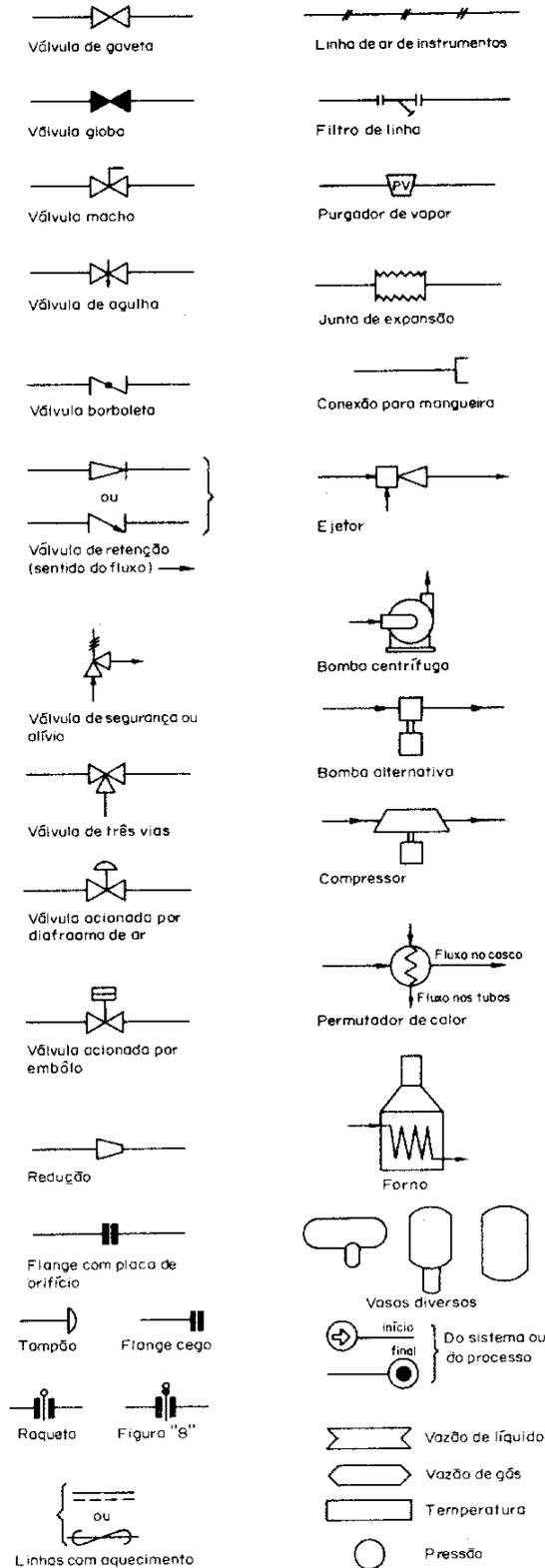
As válvulas de diafragma são quase sempre válvulas pequenas (até 6"), geralmente de materiais não metálicos ou de metais com revestimentos internos especiais contra a corrosão (ebonite, borracha, plásticos, vidro, porcelana etc.). A temperatura limite de trabalho da válvula está em geral na dependência do material empregado no diafragma, que varia conforme o fluido conduzido (borracha natural, borrachas sintéticas, neoprene, teflon etc.).

3. *Válvulas redutoras de pressão* - As válvulas redutoras de pressão regulam a pressão a jusante da válvula, fazendo com que essa pressão mantenha-se dentro de limites preestabelecidos.

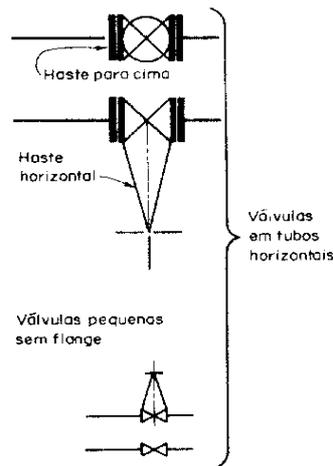
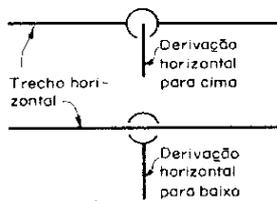
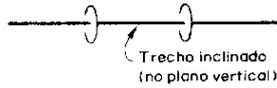
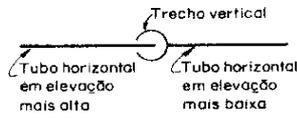
Essas válvulas são automáticas, isto é, funcionam sem intervenção de qualquer ação externa. Em muitas delas o funcionamento se faz através de uma pequena válvula-piloto, integral com a válvula principal e atuada pela pressão de montante, que dá ou não passagem ao fluido para a operação da válvula principal. Tanto a válvula-piloto como a principal fecham-se por meio de molas de tensão regulável de acordo com a pressão desejada.

Simbologia de Tubulação Industrial

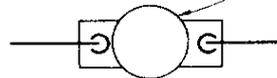
CONVENÇÕES DE FLUXOGRAMAS



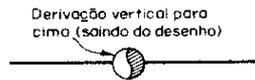
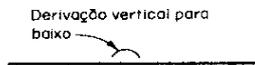
CONVENÇÕES DE PLANTAS



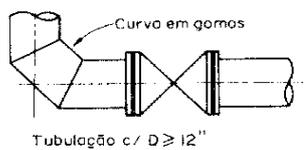
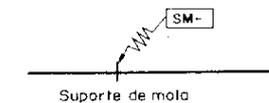
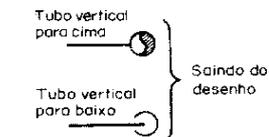
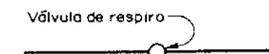
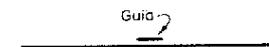
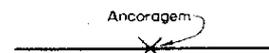
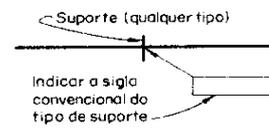
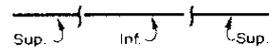
Indicar o nº e a sigla da válvula e instrumento correspondente



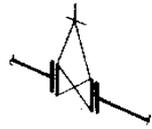
Estação de válvula de controle (não se representam o "BY-PASS" e as válvulas de bloqueio)



Tubos horizontais em mesma posição e com elevações diferentes



CONVENÇÕES DE DESENHOS ISOMÉTRICOS



Válvula gaveta



Válvula macho



Válvula globo



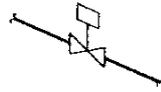
Válvula de controle



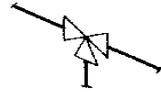
Válvula de retenção



Válvula de segurança



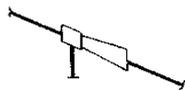
Válvula solenóide



Válvula de 3 vias



Válvula com volante para correntes



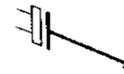
Ejetor



Purgador



Filtro "Y"



Bocal de vaso ou equipamento

Acessórios de Tubulação Industrial - Avaliação

- 1) Qual a Classificação de acordo com as finalidades e tipos dos principais acessórios de tubulação?

- 2) Qual a classificação dos acessórios de acordo com o sistema de ligação empregado?

- 3) Quais os principais acessórios fabricados para solda de topo?

- 4) Quais os principais acessórios fabricados para solda de encaixe?

- 5) Onde são utilizados os acessórios rosqueados? Quais os principais tipos?

- 6) Onde são utilizados os acessórios flangeados? Quais os principais tipos?

- 7) O que é um Niple, para que serve e quais os principais tipos?

- 8) Onde são utilizados os acessórios de ponta e bolsa e de compressão e quais os principais tipos?

- 9) Para que servem as curvas em gomos, e onde são utilizadas?

10) O que é uma “boca de lobo” em Tubulação Industrial?

11) Quais os acessórios de tubulação utilizados quando se deseja um bloqueio rigoroso e absoluto na tubulação?

12) Quais os tipos mais importantes de Válvulas?

13) Onde são aplicadas as seguintes Válvulas:

- Válvula de Gaveta
- Válvula Macho
- Válvula Globo
- Válvula de Retenção
- Válvula de Segurança e de Alívio
- Válvula de Controle
- Válvula Borboleta
- Válvula de Diafragma
- Válvula Redutora de Pressão