

VÁLVULAS

1. INTRODUÇÃO

Válvulas são dispositivos destinados a estabelecer, interromper e controlar o fluxo em uma tubulação. O número de válvulas numa tubulação deve ser o menor possível, sem que ocorra o comprometimento de sua funcionalidade, pois válvulas são caras, podem ser pontos propícios para vazamentos, devido a sua própria construção, além de introduzirem perda de carga elevada.

Em uma tubulação, a localização das válvulas deve ser estudada com atenção, com intuito de facilitar a operação e a manutenção das mesmas, além de garantir que estas sejam elementos realmente relevantes para o controle do fluxo de fluído.

Na figura 1.1 são apresentados os esquemas construtivos de duas válvulas do tipo gaveta, que são classificadas como válvula de bloqueio. De maneira genérica uma válvula é constituída externamente por um corpo e um castelo, que são as partes resistentes à pressão. O corpo abriga as sedes, para assentamento da haste ou peça de fechamento, bem como as extremidades para ligação às tubulações. O castelo é a parte superior da carcaça, que é desmontada para garantir o acesso ao interior da válvula. Os meios de ligação do corpo ao castelo são, em geral, os seguintes:

- Castelo rosqueado diretamente ao corpo: Sistema de menor custo, usado em válvulas pequenas, para serviços de baixa responsabilidade.
- Castelo preso ao corpo por uma porca solta de união: Sistema usado nas válvulas pequenas em serviços severos.
- Castelo aparafusado: Sistema usado para válvulas grandes apresentando melhor vedação, portanto usado para altas pressões.

Na sua parte interna, a válvula apresenta um mecanismo móvel composto pela haste e peças de fechamento, que se assentam sobre as sedes. Estas peças devem ser fabricadas em materiais de elevada resistência mecânica e à corrosão, além de serem peças cuidadosamente usinadas para que o fechamento da válvula seja garantido e não existam vazamentos. Na maior parte das válvulas a haste atravessa o castelo, sendo acionada por um volante, o que implica na necessidade de um sistema de vedação, evitando o vazamento de fluído pela haste. Na figura 1.1 este sistema consiste numa caixa de gaxetas com sobreposta e parafuso de aperto, sendo este sistema encontrado em válvulas grandes em redes de alta pressão, e em serviços severos. Neste sistema a rosca fica fora do castelo, o que reduz problemas de corrosão.

Os sistemas de ligação de válvulas à tubulação são os mesmos usados nas ligações entre tubos. No entanto, nota-se que as válvulas são item que requerem manutenção periódica o que exige certa facilidade na desmontagem das mesmas de um tubulação. Logo, as ligações mais comuns são as por flange ou por rosqueamento, sendo tomados os devidos cuidados para evitar vazamentos. As uniões soldadas são raramente usadas. Como exemplos tem-se os casos abaixo:

- Serviços com fluídos nocivos
- Vapor em temperaturas acima de 450 °C
- Serviços gerais em temperaturas acima de 550 °C

Finalmente, quanto a operação, as válvulas podem ser classificadas da seguinte forma:

- Operação manual: Sistema mais simple, de menor custo e mais usado. O fechamento da válvula é executado com força humana. Tal fechamento sempre corresponde a rotação da haste no sentido horário. O acionamento

pode ser por meio de um volante, alavancas, chaves, engrenagens, parafuso "sem-fim", etc.

- Operação motorizada: Uma força motriz externa (não manual) comanda a operação da válvula. É empregado em casos onde um operador não pode ter acesso a válvula ou quando esforço de acionamento é muito elevado. O motor pode ser elétrico, pneumático (pistões) e hidráulico.
- Operação automática: Não exige qualquer ação externa para a sua operação. O própria diferença de pressão do fluido circulante faz com que a válvula abra ou feche.

2. CLASSIFICAÇÃO DAS VÁLVULAS

2.1 Válvulas de bloqueio

São usadas para estabelecer ou interromper um escoamento, devendo funcionar totalmente abertas ou fechadas. A abertura de passagem tem a mesma seção transversal que a tubulação. Se operarem parcialmente abertas introduzem grande perda de carga no escoamento. As principais válvulas de bloqueio são:

1. **Gaveta:** O fechamento desta válvula é obtido pela movimentação de uma peça chamada gaveta, por consequência da movimentação da haste. O tempo de fechamento destas válvulas é elevado, aumentado com o tamanho das mesmas o que pode vir a ser prejudicial em casos de emergência. Uma vez fechadas apresentam ótima estanqueidade. São empregadas em linha de óleo, água e líquidos em geral, sendo que devem ser evitados produtos corrosivos. Para diâmetros maiores podem ser usadas em linhas de vapor.
2. **Válvulas de macho:** O fechamento é obtido pela rotação de uma peça com orifício, denominada "macho". Apresenta fechamento rápido pois apenas 1/4 de volta do macho é necessário para impedir a passagem de fluido. O macho sempre é um tronco de cone (ver fig. 2.1). Esta válvula é usada para bloqueio de gases e vapores a qualquer pressão e temperatura, para qualquer diâmetro de tubulação.
3. **Válvulas de esfera:** Neste tipo de válvula o macho foi substituído por uma esfera com furo ao longo do diâmetro. Apresentam como principais vantagens um fechamento rápido, boa estanqueidade e menor perda de carga. Usada no bloqueio de líquidos, vapores e gases.

2.2 Válvulas de regulação

São usadas para controle da vazão de um escoamento dentro de uma tubulação. Estas válvulas trabalham em posições intermediárias entre o totalmente aberto e o totalmente fechado. Por medida de economia estas válvulas tem diâmetro nominal menor que o da tubulação. Os tipos principais de válvulas de regulação são:

1. **Válvulas globo:** Conforme indicado na figura 2.3, o fechamento é feito por meio de um tampão que se ajusta contra uma única sede. Esta possui um orifício posicionado paralelamente a direção do escoamento. Em algumas situações esta válvula é usada como se fosse uma de bloqueio dado o seu bom desempenho quanto a estanqueidade. Quanto a instalação, estas válvulas devem ser montadas de tal forma que o fluido entre pela face inferior do tampão. Com isto diminui-se a pressão contra as gaxetas o que também permite a troca das últimas com a válvula em serviço. Para fluidos a alta temperatura há vantagem em que o fluido entre por sobre o tampão, o que provoca dilatação da haste e do corpo, não havendo afrouxamento do aperto do tampão com a sede. São usadas em diâmetros de até 8" (limitação devida ao custo) em linhas de água, óleo e líquidos não fortemente corrosivos.

2. **Válvula de agulha:** São variantes das válvulas globo, na qual o tampão é substituído por uma peça cônica, denominada agulha. Esta peça permite que se controle com maior precisão a vazão do escoamento. São empregadas para líquidos e gases e construídas em diâmetros de até 2".
3. **Válvula de borboleta:** O fechamento desta válvula é dado por uma rotação de uma peça circular (ver figura 2.5), denominada borboleta, em torno de um eixo diametral perpendicular a direção do escoamento. Estas válvulas também podem funcionar simplesmente para bloqueio. Indicadas quando é necessário um revestimento anti-corrosivo. Podem ser usadas em tubulações de grande diâmetro, baixas pressões e temperaturas moderadas, quer para líquidos quer para gases ou vapores.
4. **Válvula de diafragma:** Usadas para bloqueio e regulagem de fluidos corrosivos ou tóxicos, que exijam segurança contra vazamentos. (ver figura 2.6). A válvula é fechada pelo diafragma não metálico, flexível, que é apertado contra uma sede. O mecanismo fica fora de contato com o fluido, não havendo risco de vazamento pela haste.

2.3 Válvulas que permitem fluxo num só sentido

Nestas válvulas o fechamento é feito pela diferença de pressões exercidas pelo fluido devido ao próprio escoamento quando há uma tentativa de inversão do fluxo. Logo, só é possível fluxo unidirecional.

A mais conhecida representante deste tipo de válvula é a de retenção, que pode ser do tipo pistão ou portinhola, mostradas na figura 2.7. Este tipo de válvula introduz uma elevada perda de carga e só são usadas quando estritamente necessárias.

2.4 Válvulas de controle de pressão

São usadas para controlar a pressão de um fluido a montante ou a jusante da válvula.

As válvulas de segurança ou alívio controlam a pressão a montante, isto é, antes da válvula considerando o sentido do escoamento. Esta função é desempenhada pela abertura automática da válvula quando a pressão ultrapassa determinado valor previamente ajustado. Havendo uma queda de pressão a válvula fecha-se.

Quando se usa este tipo de válvulas para líquidos diz-se que as mesmas são válvulas de alívio, já no caso de vapores e gases tem-se válvulas de segurança. A descarga deste tipo de válvula pode ser uma linha de drenagem, um reservatório, ou mesmo a atmosfera.

As válvulas redutoras de pressão regulam esta a jusante da válvula, isto é, depois da válvula considerando o sentido do escoamento.

3. SELEÇÃO DE VÁLVULAS

Para a seleção do tipo geral da válvula, devem ser considerados os seguintes dados:

1. Finalidade da válvula (bloqueio, regulagem, retenção, etc.)
2. Natureza e estado físico do fluido.
3. Condições de corrosão, erosão, existência de partículas sólidas, etc.
4. Pressão e temperatura
5. Diâmetro nominal da tubulação
6. Necessidades especiais: Estanqueidade, rapidez de fechamento, comando automático, resistência ao fogo, etc.
7. Custo, espaço e posição de instalação.

Escolhida a válvula, deve-se especificar os detalhes típicos para cada modelo escolhido, que podem ser:

1. Especificação completa dos materiais para corpo e castelo, para o mecanismo interno, revestimentos e tratamentos anti-corrosivos.
2. Tipo de ligação com o restante da tubulação.
3. Tipo de ligação corpo-castelo
4. Tipo de movimentação da haste
5. Tipo de engaxetamento da haste e do castelo (vedação)
6. Sistema de acionamento.

TUBULAÇÕES INDUSTRIAIS

1. Introdução

Tubos são condutos fechados, destinados principalmente ao transporte de fluidos. Os tubos apresentam em geral seção transversal circular vazada. Na maioria dos casos os tubos atuam como condutos forçados, isto é, o fluido ocupa toda a seção transversal, não havendo superfície livre.

Uma distinção a ser feita quanto a nomenclatura diz respeito ao uso dos termos tubo e tubulação. Emprega-se o termo tubo apenas para os condutos enquanto usa-se tubulação para o conjunto de tubos e acessórios variados.

2. Classificação dos tubos

Uma das maneiras de classificar os tubos é quanto ao processo de fabricação. Existem os tubos sem costura e existem aqueles com costura. Os primeiros não apresentam emendas ao longo de seu comprimento constituindo-se portanto em peças contínuas. Já os tubos com costura apresentam uma emenda ao longo do comprimento.

Os tubos sem costuras são usados em preferências dadas as suas características de resistência mecânica, uma vez que a emenda, por melhor que seja realizada, sempre representa um ponto crítico.

O processo principal para a obtenção de tubos sem costuras é a laminação. Este processo é denominado Manesmann pois foi patenteado por dois irmãos com este sobrenome. Neste processo são produzidos tubos cujos diâmetros variam de 80 a 650 mm, em aço, aço-liga ou aço-inox. Trata-se de um processo de deformação a quente, sem perda de material.

Para a obtenção de tubos com costura o processo mais empregado é a soldagem. Neste caso, inicialmente deforma-se uma chapa de metal até que a mesma tome a forma aproximada de um tubo. Feito isto, procede-se a soldagem das extremidades da chapa, fechando o tubo.

Outros processos para obtenção de tubos são listados abaixo:

Tubos sem costura:	Extrusão	
	Fundição	(Tubos de ferro fundido)

3. Ligações entre tubos

Para a construção de uma tubulação é necessário ligar tubos entre si e com seus acessórios e outros equipamentos tais como caldeiras, reatores, bombas, etc. Os métodos de ligação mais empregados são:

- Ligações rosqueadas
- Ligações soldadas
- Ligações flangeadas
- Ligações ponta e bolsa

Antes de descrever cada um destes tipos de ligação é importante considerar quais os fatores principais na escolha de um destes. Estes fatores são: matéria dos tubos e equipamentos, diâmetro do tubo, finalidade, localização da ligação, pressão e temperatura atuantes, tipo de fluido (líquido, vapor, gás; se corrosivo ou não, etc.). Em geral segue-se a seguinte prática para a seleção das ligações: "Para ligações entre tubos busca-se estanqueidade, custos reduzidos e rapidez de execução. Já para as ligações entre tubos e equipamentos além destes requisitos, há em geral a necessidade de que a ligação possa ser desfeita para fins de manutenção do equipamento.

3.1 Ligações rosqueadas.

Este tipo de ligação é empregado geralmente em tubos de menor diâmetro, até 4 pol. Existem basicamente dois tipos básicos de união por rosca: As luvas e as uniões mostradas nas figuras seguintes.

Na junção com uniões são usadas três peças: Duas meia-uniões, que vão rosqueadas nas extremidades dos tubos a serem ligados e uma porca que liga as duas meia-uniões. Sendo que em uma a porca é encaixada e noutra a porca é rosqueada. Este tipo de união emprega-se quando se quer uma tubulação que seja facilmente desmontável. A vedação é obtida por uso de uma junta, que é comprimida pelo aperto de uma porca.

Já a uniões que empregam luvas são usadas em ligações de menor responsabilidade como baixas pressões e temperaturas. Neste tipo de união uma peça, a luva, une dois tubos cujas extremidades são rosqueadas.

3.2 Ligações soldadas

Este tipo de ligação é bastante empregados em tubulações industriais dadas as vantagens inerentes ao processo de união por meio de solda. Como desvantagem, a principal a ser citada é a dificuldade de desmontagem. Em alguns casos a desmontagem de uma união deste tipo implica na perda de parte da tubulação.

A maneira mais simples de executar a união por solda é usando uma solda de topo. Neste caso as extremidades dos tubos são unidas diretamente. Neste caso há necessidade de preparação das extremidades para a execução da união.

Outro tipo de executar este tipo de união é empregando acessórios como luvas, ou porcas de maneira similar as uniões rosqueadas.

3.3 Ligações flangeadas

Neste caso a ligação é feita empregando-se peças em forma de anel, denominadas flanges. Compõem este tipo de ligação: Dois flanges, um jogo de parafusos e uma junta de vedação. A principal vantagem da ligação por meio de flanges é a facilidade de desmontagem. Em geral emprega-se este tipo de ligação nas seguintes situações:

- Ligações de tubos com equipamentos e acessórios ou em qualquer ponto onde haja necessidade de fácil desmontagem da ligação.
- Ligações entre tubos onde não é possível usar outro método, p. ex tubos com revestimento ou de matéria; que não permite soldagem (ferro fundido).

Entretanto, este tipo de ligação deixa a desejar no aspecto de estanqueidade. Muitas vezes ligações flangeadas são pontos de vazamento. Considera-se também o custo da ligação, maior neste caso do que em outros. Portanto, ligações com flange não devem ser usadas de maneira indiscriminada.

Os tipos de flange são padronizados por norma. Segundo a norma ANSI B.16.5 estes tipos são.

1. Flange integral (usada em tubos de fofó e material plástico)
2. Flange de pescoço (muito usada em tubulações industriais)
3. Flange sobreposto (empregado em tubulações para serviços não severos)
4. Flange rosqueado (empregado quando não se pode soldar o flange no tubo)
5. Flange de encaixe (similar ao sobreposto)
6. Flange solto (não é ligado diretamente ao tubo)
7. Flange cego (usado em finais de linha como tampão)

Além destas configurações, mostradas na figura da próxima página, há ainda que distinguir entre os possíveis tipos de faceamento que um flange pode ter. São eles:

1. Face com ressalto (tipo mais comum para flanges de tubos em aço, aplicado a ligações de tubos que operam à quaisquer condições de pressão e temperatura)
2. Face plana (típica face encontrada em flanges de tubulações em fofó, não se consegue o mesmo aperto no fechamento de flanges com este faceamento)

do que no caso anterior. Por conseguinte a vedação é pior com flanges de face plana)

3. Face para junta de anel (Neste tipo de faceamento, é feito uma rasgo circular profundo, onde é encaixada uma junta com formato anular. Esta junta permite uma melhor vedação da ligação)
4. Face macho e fêmea (usadas em casos especiais de fluidos corrosivos, que devem ser mantidos confinados)
5. Face com virola (usada em flanges soltos)

Os materiais para confecção dos flanges são os mesmos usados na fabricação dos tubos. Segundo a norma ANSI B.165 para flanges de aço, o material é escolhido inicialmente em função da pressão atuante na junção. Além de flanges de aço são comuns as fabricadas em ferro fundido, latão, bronze, alumínio e materiais plásticos como o PVC.

Um outro componente de uma ligação por flanges são as juntas. A função principal destas é a vedação da ligação impedindo vazamentos. Estas juntas devem resistir ao esforço de fechamento do flange, a compressão exercida pelo fluido, e um possível ataque corrosivo provocado por este último. Esta junta é constituída por material flexível (em geral borracha) capaz de resistir a mudanças de temperatura e molda-se de acordo com as superfícies dos flanges. Além das juntas de borracha ainda podem ser encontradas juntas metálicas, juntas de papelão especial e juntas metálicas revestidas por materiais flexíveis.

O último componente a ser visto são os parafusos usados para fechamento da ligação. Em geral são usados ou parafusos comuns de máquina ou os do tipo "estojo", indicados na figura. Estes parafusos são dimensionados para resistir ao esforço de abertura da junção e também para garantir a vedação. Em alguns casos é determinada uma sequência para aperto dos parafusos e ainda em outras situações, mais raras, é necessário apertar estes parafusos com esforço controlado. Estes dois últimos casos são mais comuns nas ligações de tubos com equipamentos de grande responsabilidade.

3.4 Ligações de ponta e bolsa

A ligação de ponta e bolsa é um sistema antigo mais ainda em uso em tubos de ferro fundido para água e esgoto, para gás, tubos de concreto. Neste tipo de ligação cada tubo tem um ponta lisa numa extremidade e uma bolsa na outra. A ponta lisa de um tubo é encaixada na bolsa de outro tubo. Na folga existente entre a bolsa de um tubo e a ponta do outro coloca-se um material para a vedação, conferindo estanqueidade ao conjunto.

4. ACESSÓRIOS DE TUBULAÇÃO

São componetes destinados a execução de alterações de direção, derivações e alterações de diâmetro das tubulações.

Os acessórios são, em geral, classificados de acordo com a sua função conforme é indicado a seguir:

1. Para mudanças de direção em tubulações: Curvas de raio longo, de raio curto, cotovelos, etc.
2. Para derivações em tubulações: "Tês" normais, "Tês" a 45°, peças em Y, cruzetas, etc.
3. Para alterações do diâmetro da tubulação: Reduções concêntricas, excêntricas e tipo bucha.
4. Ligações de tubos
5. Para fechamento da extremidades de um tubo (tampões, bujões, flanges cegos)

Estes acessórios são produzidos segundo os diferentes sistemas de união usados em tubulações industriais.

Os acessórios também incluem aqueles elementos usados para ligações de tubulações, tais como os "nipples".

5. JUNTAS DE EXPANSÃO

Um tipo especial de acessório de tubulações é a junta de expansão. Estas são peças deformáveis que se intercalam nas tubulações com a finalidade de absorver de forma total ou, ao menos, parcial as possíveis deformações na tubulação provocadas por dilatações de origem térmica, bem como no isolamento de vibrações. Estas peças entretanto são usadas apenas quando estritamente necessário devido ao seu custo relativamente alto. Deformações geradas por dilatação dos tubos podem ser absorvidas com certos cuidados no traçado da tubulação, dispensando o uso das juntas de expansão.

Além do custo elevado, pode-se citar ainda como desvantagem o fato destas juntas serem um ponto fraco da tubulação, sujeitas a desgaste, defeitos, levando a vazamentos de fluido o que acaba exigindo um maior cuidado com a manutenção destas peças.

Juntas de expansão são construídas para a absorção de três movimentos básicos: Axial, angular e lateral, juntamente com as possíveis combinações destes três.

Do ponto de vista construtivo pode-se ter juntas telescópicas ou de fole. As primeiras podem ser descritas como sendo dois tubos co-axiais que deslizam um sobre o outro. São usadas gaxetas para fins de vedação e ainda limitadores de curso para que se evite a desmontagem acidental das junta por deslocamentos de grande magnitude. Este tipo de junta só é usado quando os movimentos a serem absorvidos são axiais.

A outra construção bastante comum é a junta de fole. Estas são constituídas por um fole formado por uma série de "gomos" sucessivos feitos em chapa fina flexível. Em alguns casos o fole consiste numa peça única de material flexível como a borracha.

6. SUPORTES DE TUBULAÇÃO

A função dos suportes é resistir aos pesos e demais esforços exercidos pelos tubos ou sobre os mesmos. Estes esforços são descarregados no solo ou em outras estruturas adjacentes. Sem os suportes, os tubos estariam sujeitos a esforços os quais não eram previstos inicialmente, o que pode levar à falhas precoces na tubulação.

Os carregamentos atuantes sobre os suportes são classificados nas seguintes categorias:

1. Pesos: Referentes aos próprios tubos, válvulas e outros acessórios, peso do fluido dentro do tubo, peso do isolamento térmico, peso de outros equipamentos que possam estar sendo suportados pela tubulação.
2. Forças de atrito provenientes de movimentos relativos entre os suportes e os tubos.
3. Cargas devidas a dilatações térmicas dos tubos.
4. Cargas devidas à ações dinâmicas: Ventos, vibrações, golpes de ariete, etc.

De acordo com as suas função é que se classificam os suportes:

1. Fixos: Tais suportes não se deslocam verticalmente, não permitindo que a tubulação apresente movimentos verticais, sendo que são os tipos mais comuns de suportes. Estes podem ser apoiados ou pendurados.
2. Semimóveis: Estes suportes transmitem esforços para cima, sendo empregados principalmente para peças leves, dentro de prédios ou áreas de processo. Este tipo de suporte confere grande liberdade de movimento aos tubos.
3. Móveis: Estes suportes são capazes de se deslocarem verticalmente, continuando a sustentar o peso da tubulação. São os mais caros e de difícil

construção e só são empregados em situações especiais onde a tubulação apresenta grandes deslocamentos verticais. Estes podem ser do tipo mola ou contrapeso.

6.1 Suportes destinados a limitar os movimentos do tubo

1. Ancoragens: São pontos de fixação total, restringindo completamente todos os movimentos do tubo.
2. Guias: Dispositivos que impedem movimentos laterais dos tubos.
3. Batentes: Impedem o movimento longitudinal do tubo, em um único ou em ambos os sentidos.
4. Contraventamentos: Limitam o movimento lateral dos tubos. Entretanto não suportam qualquer esforço exercido pelos tubos ou sobre eles.

Esta classificação nem sempre pode ser seguida à risca, pois muitos dispositivos de suporte preenchem mais de uma das funções acima descritas.

7. Bibliografia

Silva Telles, P. C. - "Tubulações industriais: Materiais, projeto e desenho"_ Livros técnicos e científicos. 7a edição. Rio de Janeiro, 1987

BOMBAS

1. INTRODUÇÃO

Bombas são equipamentos destinados a movimentação de líquidos, através da transferência de energia aos mesmos.

As bombas podem, simplificarmente, ser divididas em duas categorias:

1.1 - Bombas de fluxo ou dinâmicas

A transferência de energia ao fluido é executada através da rotação de um elemento, denominado rotor. Através da movimentação deste, cria-se uma região na entrada da bomba e outra de alta pressão a saída desta.

Este tipo de bomba pode ser subdivididas de acordo com a direção do escoamento de fluido no interior das mesmas. São classificadas como: Radiais, axiais e mistas.

As **bombas centrífugas**, com escoamento radial, indicadas esquematicamente na figura 1.1, apresenta um rotor com palhetas no interior de uma carcaça, denominada involuta. Com o movimento do rotor, o líquido contido nesta peça é movimentado do centro para a periferia, em função da ação de forças centrífugas, sendo recolhido na involuta, que está ligada a tubulação de saída (descarga) da bomba.

As **bombas axiais**, indicadas na figura 1.2, possuem um rotor com palhetas, preso a um cubo, sendo que sua linha de centro está alinhada com a linha de centro da tubulação. A rotação das palhetas transfere energia ao fluido (de maneira semelhante ao hélice de uma embarcação), que mantém a mesma direção de escoamento.

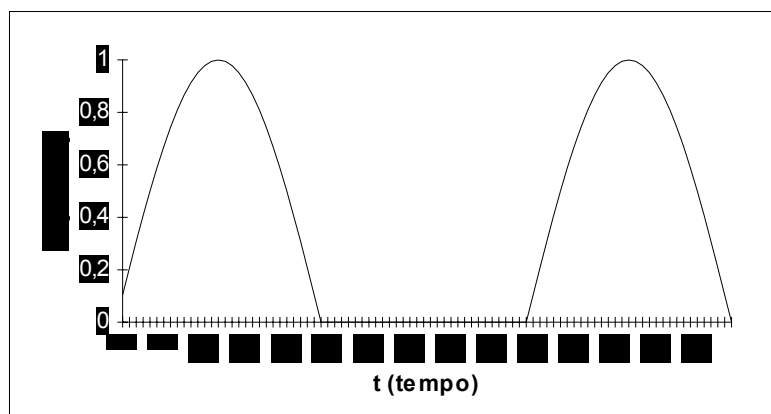
As bombas de fluxo são bastante empregadas em instalações industriais pois são razoavelmente eficientes, compactas e facilmente acopladas a grande variedade de acionamentos (em geral os diferentes tipos de motores elétricos).

1.2 - Bombas volumétricas

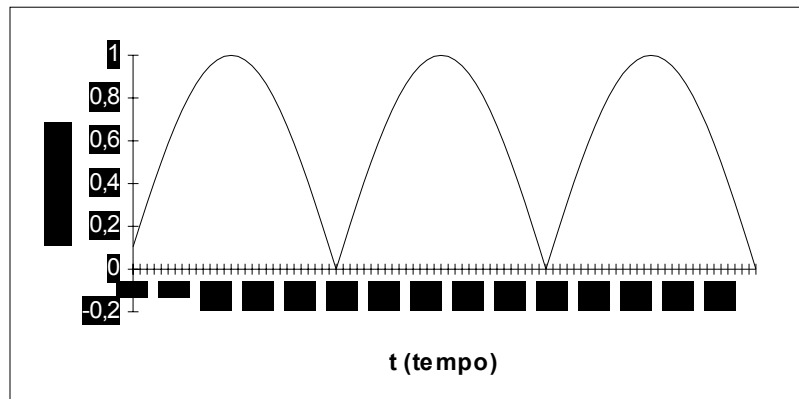
Transferem energia ao fluido através da movimentação de corpos sólidos como engrenagens, pistões, etc.

Estas podem ser classificadas em bombas de **deslocamento positivo** e **bombas volumétricas**.

A bomba de deslocamento positivo, é indicada na figura 1.3, e é composta por um pistão (1), que se movimenta numa câmara (2) e esta possui válvulas de admissão e descarga (3 e 4, respectivamente). Através do movimento cíclico do pistão, a admissão do fluido, pela tubulação (6) e a descarga do mesmo, sob pressão, pela tubulação (7), são feitas alternativamente. A descarga desta bomba é cíclica conforme esta indicado abaixo:



Com a utilização de pistões de duplo efeito tem-se a seguinte condição:



Neste tipo de bomba há um limite de rotação dado pela inércia dos pistões.

As outras bombas volumétricas não apresentam a desvantagem da vazão cíclica, sendo usualmente empregados quatro tipos destas bombas:

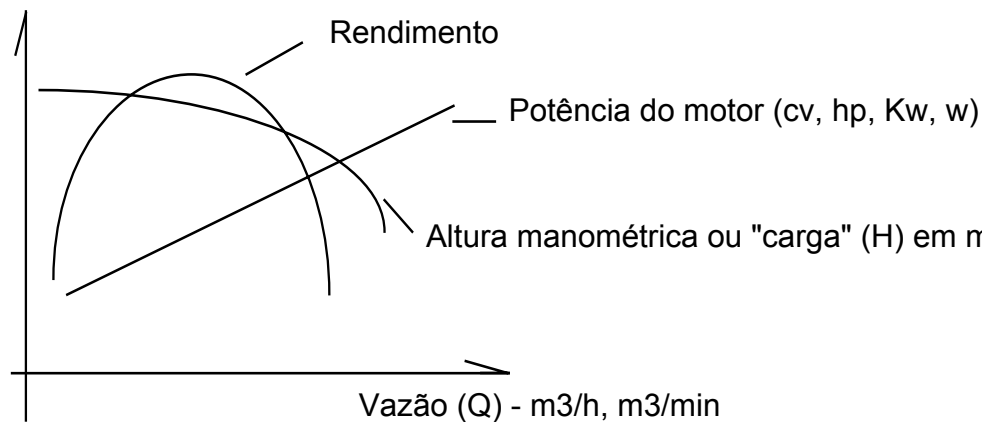
1. **Bomba de engrenagem:** Esta bomba, esquematicamente apresentada na figura 1.4, apresenta duas engrenagens (1 e 2), girando dentro de uma carcaça (3). Apenas uma das engrenagens é motora. A medida que as engrenagens giram, o líquido recolhido na entrada, é transportado nos vãos dos dentes das engrenagens sendo propelido para a câmara de descarga. A capacidade destas bombas é definida pela geometria do par de engrenagens e pela rotação da engrenagem motora. Entretanto, a vazão da bomba flutua em torno de um determinado valor médio, sendo que na maioria das aplicações esta flutuação é desprezada. Ainda é possível reverter o sentido de escoamento nesta bomba, bastando apenas reverter o sentido de rotação.
2. **Bomba de palheta:** Este tipo de bomba, esquematizado na figura 1.5, possui uma carcaça (1) e um rotor (2). Este rotor é dotado de palhetas que podem mover-se radialmente pois estão contidas em sulcos usinados no rotor. A carcaça é feita no seu interior de tal forma que a câmara de entrada (4) é separada da de saída (5) pelas palhetas e pelas superfícies ab e cd. Com a rotação, o líquido entra nos espaços entre as palhetas, e devido a excentricidade "e", é comprimido.
3. **Bomba rotativa de pistões:** Na figura 1.6 esta representada esquematicamente uma bomba deste tipo. O rotor (2) é encaixado na carcaça fixa (1), podendo girar livremente segundo o eixo O-O. Este rotor (2) apresenta furos cilíndricos (3) paralelos a O-O. Uma junta universal une o rotor a uma placa inclinada (6) que está acoplada a um motor elétrico (7). A medida que a placa gira, as juntas universais (10) imprimem um movimento axial aos pistões (8) no interior dos cilindros (3), comprimindo o fluido, que é descarregado através das câmaras de descarga. O fluido é succionado através do bocal (11), via os furos (4), para os cilindros.
4. **Bombas de parafuso:** Conforme indicado na figura 1.7, o parafuso (2) é fixo a um cilindro (1). Uma placa (3), que visa impedir a rotação do fluido, quando o parafuso (2) gira. Quando este gira, o fluido movimenta-se axialmente na direção da descarga.

A aplicação de bombas volumétricas é recomendada para situações onde necessita-se de uma vazão reduzida a pressões elevadas. Ainda pode-se citar na categoria das bombas volumétricas, as **bombas dosadoras**. A função destas, conforme expresso no nome, é dosar um determinado líquido quando deseja-se misturar este com outro (p.ex. Adição controlada de produtos na água potável).

2. Curvas características de operação

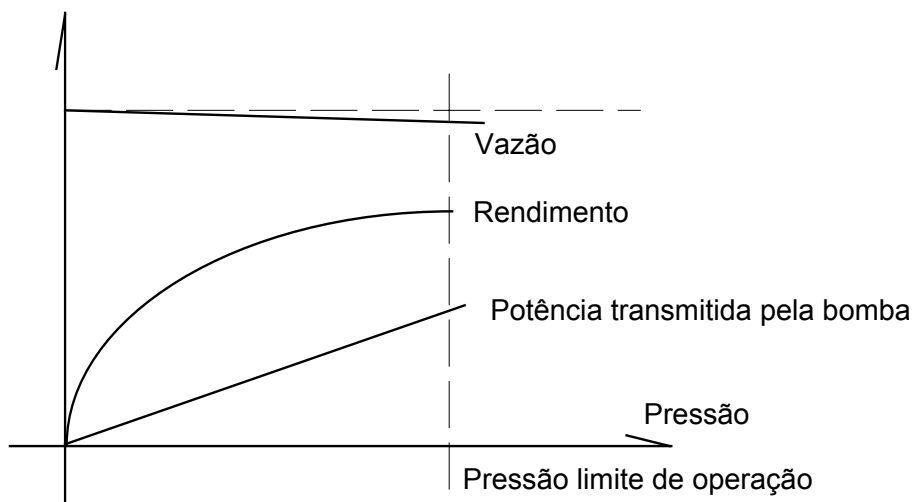
As curvas características de operação das bombas indicam o funcionamento das mesmas em função de parâmetros de operação, como a vazão do sistema.

Para a bomba centrífuga radial tem-se o seguinte conjunto de curvas características de operação:



Estas curvas são função da rotação e do diâmetro do rotor. Em anexo está reproduzida uma página de um catálogo de bombas centrífugas, com as curvas características de uma família de bombas (uma mesma carcaça e diferentes diâmetros de rotores), para duas rotações diferentes.

No caso das bombas volumétricas, tem-se:



Para pressões maiores que a limite de operação, o rendimento cai muito, aumentando a potência consumida pela bomba. Devido a vazamentos e recirculações do fluido há também uma queda brusca da vazão.

3. Aplicação das bombas

Bombas centrífugas são empregadas para manipular fluidos, sendo empregada na alimentação de caldeiras, recirculação de água de condensadores, redes de incêndio e manuseio de líquidos em geral quando são necessárias vazões altas.

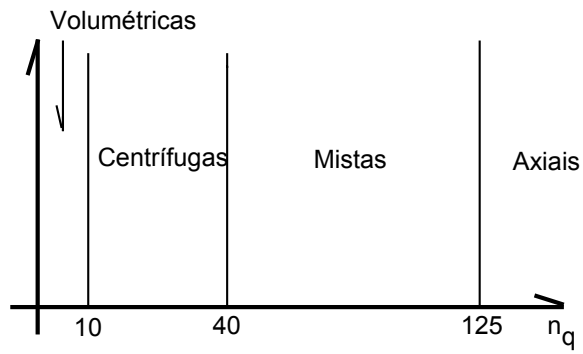
As bombas volumétricas são empregadas em situações em que é necessária uma vazão reduzida e pressões mais elevadas. Sistemas de lubrificação e controle.

Para decisão do tipo de bomba a ser usada, pode-se empregar um parâmetro chamado rotação específica, n_q :

$$n_q = \frac{n\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$

Onde: n = rotação (rpm)
 Q = vazão (M^3/s)
 H = altura manométrica (m)

O gráfico abaixo serve como orientação para a escolha do tipo de bomba quando é disponível a rotação específica:



Bibliografia

Cherkassky, V. M.; "Pumps, Fans, Compressors"; Mir publishers - Moscou, 1985

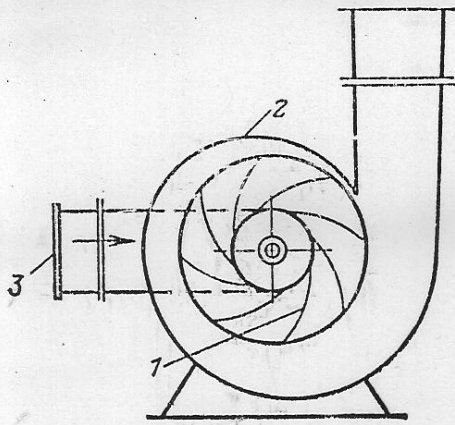


FIGURA 1.1 - BOMBA CENTRIFUGA

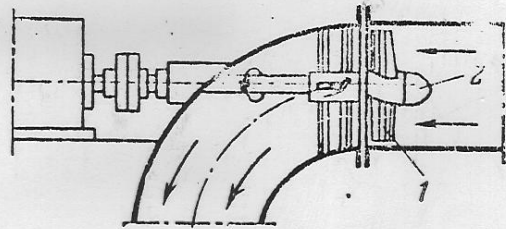


FIGURA 1.2 - BOMBA AXIAL

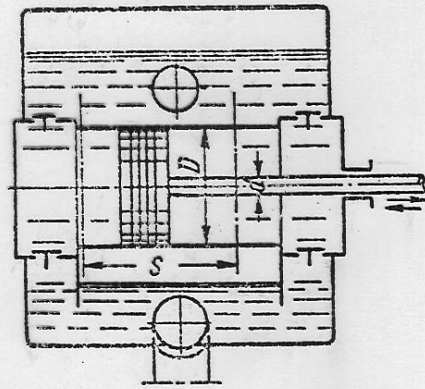
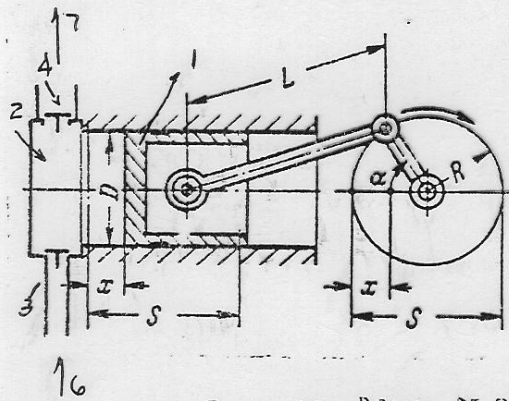


FIGURA 1.3 - BOMBA DE DESLOCAMIENTO POSITIVO

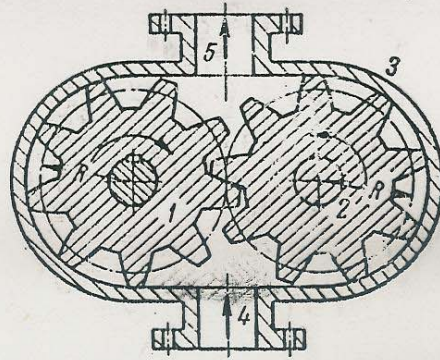


FIGURA 1.A - BOMBA DE ENGRENAGEM

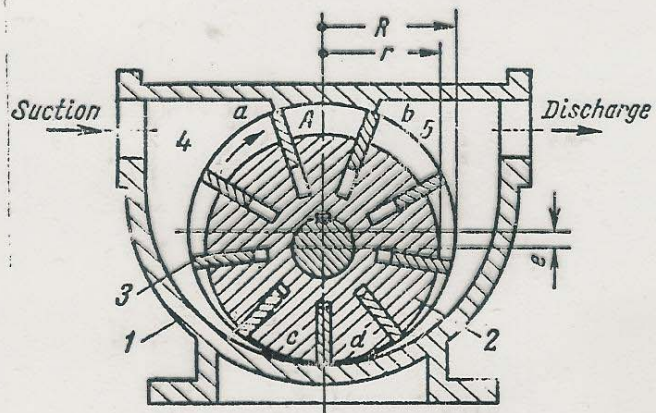


FIGURA 1.S - BOMBA DE PALHETA

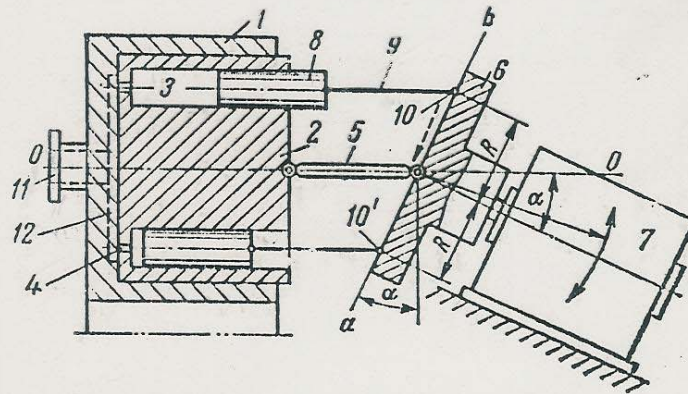


FIGURA 1.G - BOMBA ROTATIVA DE PISTÃO

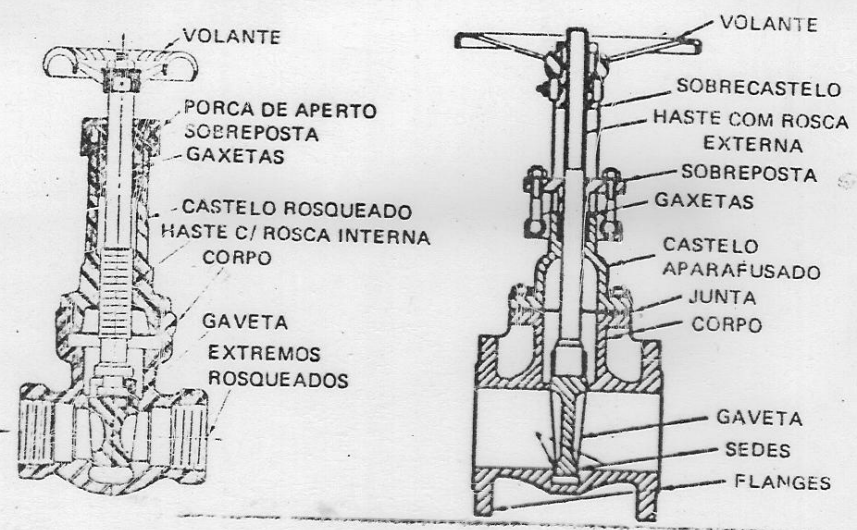
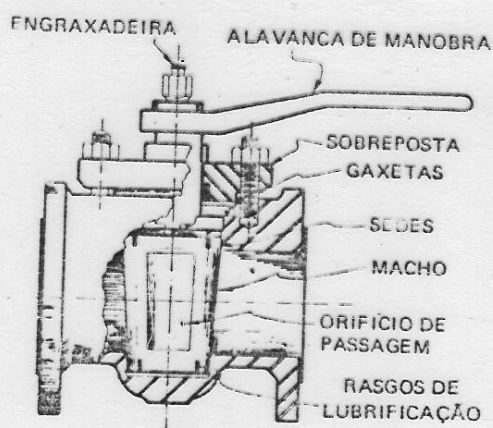
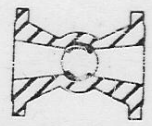


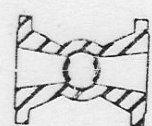
FIGURA 1.1 - VÁLVULAS DE GAVETA



VÁLVULA MACHO



POSIÇÃO ABERTA



POSIÇÃO FECHADA

CORTES EM PROJEÇÃO HORIZONTAL

FIGURA 2.1 - VÁLVULA DE MACHO

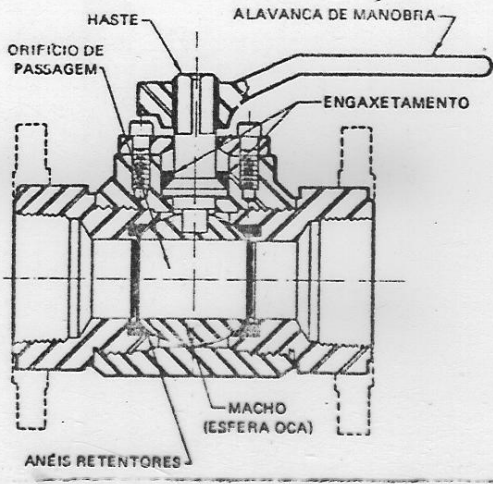


FIGURA 2.2 - VÁLVULA ~~GLOBO~~ DE ESFERA

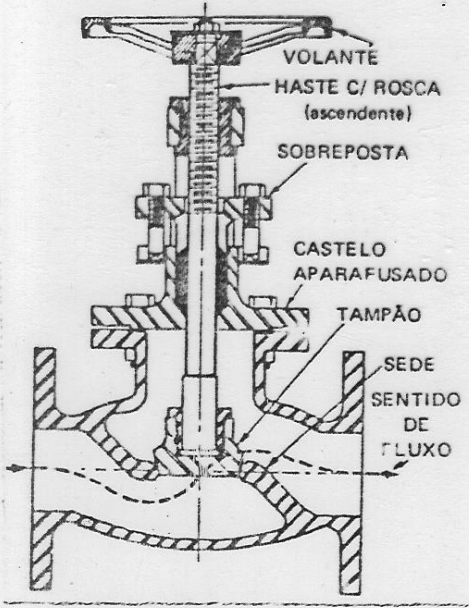


FIGURA 23 - VÁLVULA GLOBO

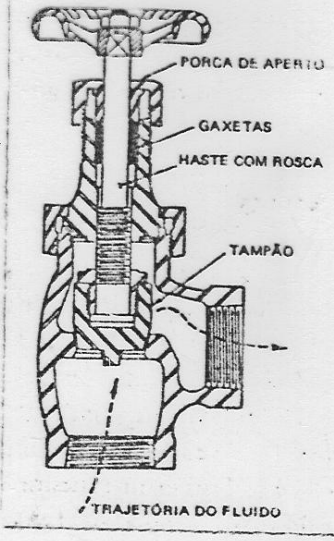


FIGURA 24 - VÁLVULA ~~DE~~ GLOBO ANGULAR

CEMIL

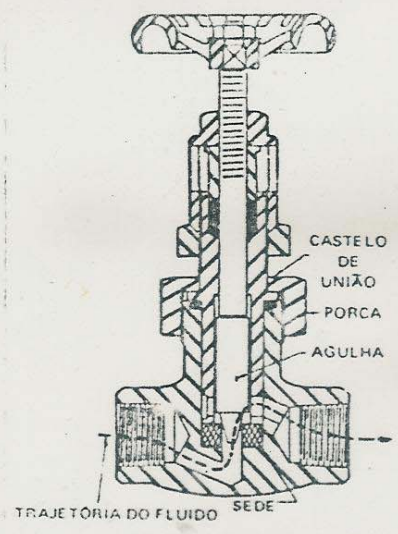


FIGURA 2.4 - VÁLVULA DE AGULHA

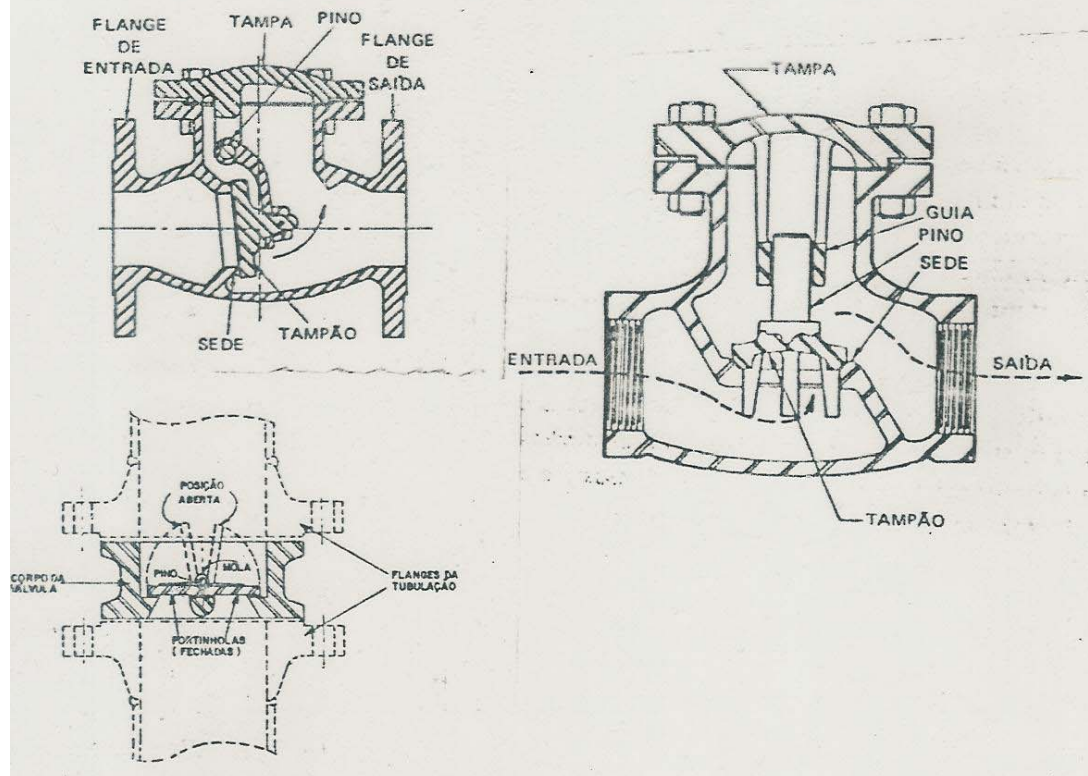


FIGURA 2.7 - VÁLVULA DE RETENÇÃO

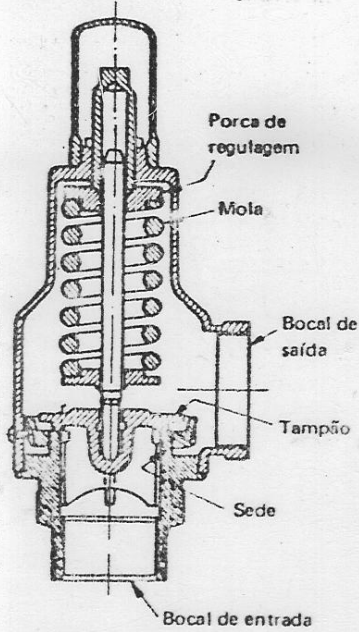


FIGURA 2.8 - VÁLVULA DE ALÍVIO

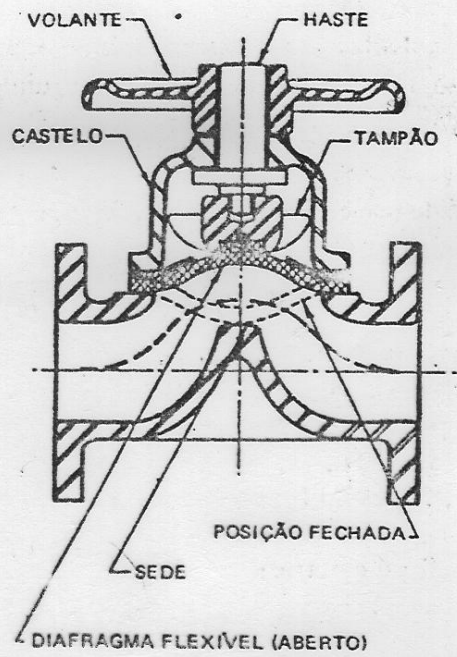


FIGURA 2.6 - VÁLVULA DE DIAFRAGMA

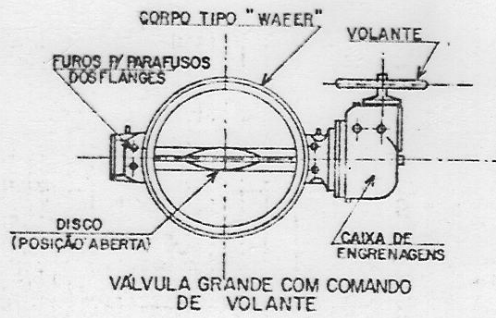
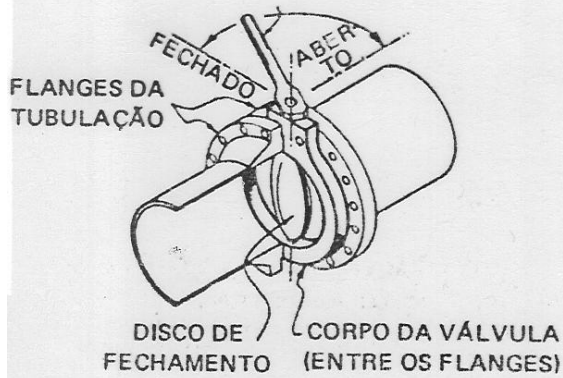


FIGURA 2.5 - VÁLVULA BORBOLETA

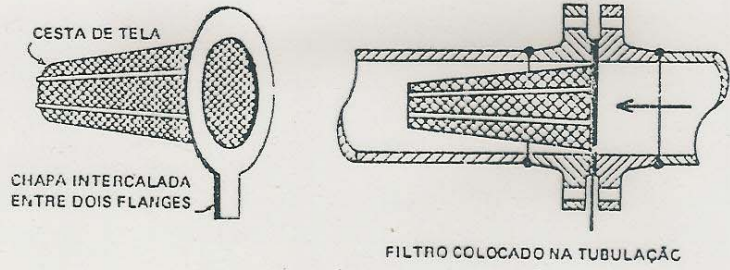


FIGURA 1.3 - FILTROS PROVISÓRIOS

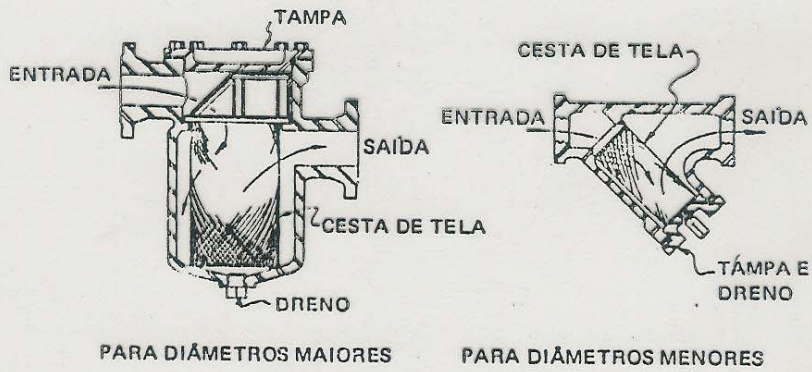


FIGURA 1.4 - FILTROS PERMANENTES

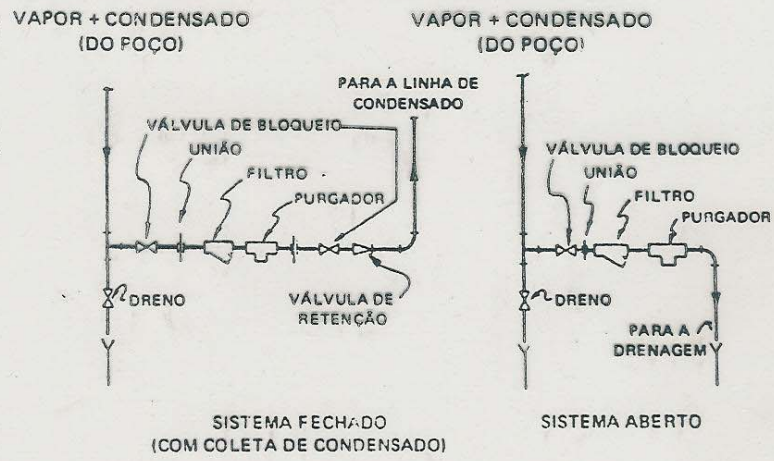
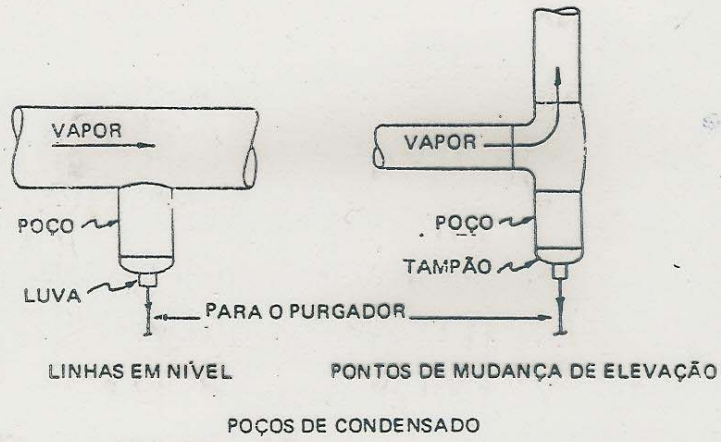


FIGURA 11 - PURGADORES PARA DRENAGEM DE CONDENSADO