

Instrumentação Industrial: As Válvulas de Controlo, um Importante "Instrumento"

2.ª Parte

SELEÇÃO DO TIPO DE VÁLVULA

A escolha de uma determinada válvula faz-se em três fases. Numa primeira fase seleciona-se o tipo de corpo e atuador, numa segunda fase é feito o dimensionamento e na terceira fase dimensiona-se o atuador. Poderá acontecer que durante a execução destas fases seja necessário voltar ao ponto de partida, devido a não se encontrar a válvula ideal pretendida. A escolha do tipo de corpo poderá ser uma tarefa delicada, devido à grande multiplicidade de parâmetros:

- › Finalidade da válvula (manual de isolamento, controlo *on/off*, controlo proporcional, controlo conjunto proporcional e *on/off*);
- › Tipo de fluido;
- › Temperatura do fluido;
- › Pressão do fluido (nominal e de pico);
- › Agressividade química do fluido (ácidos, bases e outros agentes corrosivos);
- › Agressividade mecânica do fluido (caulinos e outros agentes abrasivos e incrustantes);
- › Agressividade do meio ambiente (agentes químicos corrosivos no ambiente circundante à válvula, temperatura);
- › Normas e regulamentos locais.

Não existe um método sistemático que permita a escolha do tipo de corpo, tanto mais que muitos fabricantes recomendam certos tipos de corpos para múltiplas aplicações, como por exemplo: Aplicação → Tipo de válvula e razões para a escolha.

- › **Aplicação:** Válvula de isolamento.
- › **Tipo de válvula e razões para a escolha:** Válvula macho - é uma válvula de esfera típica (Figura 1) que consiste num obturador macho de forma cilíndrica com um orifício transversal igual ao diâmetro interior do tubo. O macho ajusta-se no corpo de válvula

e tem um movimento de rotação de 90°.

Aplica-se geralmente no controlo manual tudo-nada de líquidos ou gases e na regulação de caudal. Tem o grande inconveniente de ser cara, em particular quando o obturador é feito de titânio ou outro metal de preço elevado.

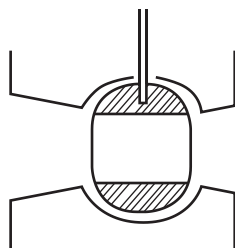


Figura 1. Válvula macho.

- › **Aplicação:** Válvula para água.
- › **Tipo de válvula e razões para a escolha:** Na válvula borboleta (Figura 2), o corpo é um anel cilíndrico dentro do qual roda transversalmente um disco circular. A válvula pode fechar hermeticamente mediante uma borracha encastrada no corpo. Um servomotor exterior acciona o eixo de movimento do disco e exerce o seu binário máximo quando a válvula está quase fechada (no controlo tudo-nada considera-se 90° e no controlo contínuo 60°, a partir da posição de fecho, uma vez que a última parte do movimento é bastante instável), sempre que a pressão diferencial permanece constante. Na seleção da válvula é importante considerar as pressões diferenciais correspondentes às posições de completa abertura ou de fecho; é necessário uma força elevada do atuador para accionar a válvula no caso de uma queda elevada de pressão. O seu baixo custo, comparado com o de válvulas de outro tipo, torna-se notório para diâmetros acima de

DN100. As válvulas borboleta aplicam-se para o controlo de grandes caudais de fluidos a baixa pressão e não deve ser usado com gases nem com líquidos que tenham matérias sólidas misturadas.



Figura 2. Válvula borboleta.

- › **Aplicação:** Válvula para alta pressão
- › **Tipo de válvula e razões para a escolha:** Válvula globo de sede dupla - Esta denomina-se de globo devido à forma do seu obturador. Na válvula de sede dupla (Figura 3), o fluido atua em sentidos contrários sobre os obturadores. Por este motivo podem-se aplicar estas válvulas com pressões diferenciais do fluxo elevadas, como por exemplo em caldeiras de produção de vapor, quer para a válvula de admissão de água como para a regulação do vapor produzido.

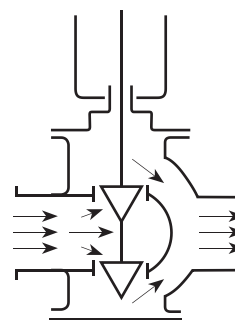


Figura 3. Válvula globo de sede dupla.

- › **Aplicação:** Válvula de pasta de papel ou válvula de controlo de precisão.

- > **Tipo de válvula e razões para a escolha:** Na válvula rotativa de segmento esférico em V (Figura 4), o corpo tem uma cavidade interna esférica que alberga um obturador em forma de esfera (daí o seu nome). A esfera tem um corte adequado (normalmente em V) que define a curva característica da válvula, e roda transversalmente quando acionada por um servomotor exterior. O fecho estanque consegue-se com um aro de teflon incorporado no corpo contra o qual assenta a esfera quando a válvula está fechada. Na posição de abertura total, o tamanho da válvula equivale aproximadamente a 75% do tamanho dos tubos.
- A válvula de esfera aplica-se principalmente no controlo de caudal de fluidos negros, ou ainda em fluidos com grandes quantidades de sólidos em suspensão e quando se pretende uma grande precisão no controlo. Atualmente os fabricantes estão a construir válvulas de segmento esférico para quase todo o tipo de aplicações.

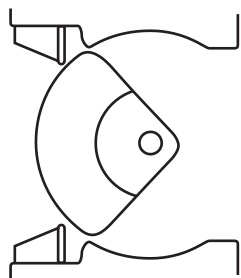


Figura 4. Válvula rotativa de segmento esférico em V.

- > **Aplicação:** Válvula para líquidos com lamas ou areia.
- > **Tipo de válvula e razões para a escolha:** A válvula guilhotina (Figura 5) tem esta denominação porque o disco plano que efetua o fecho, move-se na vertical do fluxo do fluido. É aplicado geralmente no controlo tudo-nada, uma vez que em posições intermédias tem um comportamento pouco fiável. Tem a vantagem de ter muito pouca resistência ao fluxo do fluido quando está na posição de abertura total, e por isso, tem uma baixa queda de pressão, em que as lamas e areias passam pela região inferior da válvula sem afetar a haste de comando.

- > **Aplicação:** Válvula criogénica.
- > **Tipo de válvula e razões para a escolha:** A válvula com haste longa permite que o atuador esteja afastado da válvula e assim as temperaturas baixas nem o atingem e nem afetam o seu desempenho.

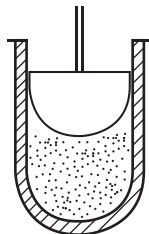


Figura 5. Válvula guilhotina.

- > **Aplicação:** Válvula para fluidos abrasivos.
- > **Tipo de válvula e razões para a escolha:** Válvula linear revestida interiormente a neoprene, a PTFE ou outros.

DESEMPENHO E DIMENSIONAMENTO DA VÁLVULA DE CONTROLO

Dimensionamento da válvula. Coeficientes K_v e C_v .

A necessidade universal de normalizar o cálculo das dimensões das válvulas, não só quanto ao tamanho mas também quanto à capacidade de escoamento de um fluido, levou os fabricantes e os utilizadores a adotar um coeficiente que represente a capacidade de escoamento das válvulas de controlo.

O primeiro coeficiente de escoamento de dimensionamento de válvula que se utilizou foi denominado C_v e utilizado inicialmente nos Estados Unidos. Define-se como:

“Caudal de água em galões USA por minuto que passa através da válvula em posição completamente aberta e com uma perda de carga de uma libra por polegada quadrada (psi).”

Nos países que adotaram o sistema métrico passou a usar-se o coeficiente K_v , que a Norma VDI/VDE 2173 (setembro de 1962) define como: *“Caudal de água (5 ~ 30° C) em m³/h que passa através da*

válvula a uma dada abertura e com uma perda de carga de 1 kgf/cm².”

A fim de caracterizar melhor a válvula no que respeita à sua capacidade de escoar fluido, define-se o coeficiente K_v para a válvula totalmente aberta como K_{vs} enquanto que para o mínimo valor denomina-se de K_{vo} . Portanto, a relação K_{vs}/K_{vo} é denominada “rangeability” ou campo de controlo e expressa a relação de caudais que a válvula pode controlar. Nas válvulas de controlo linear esta relação poderá atingir o valor 30 enquanto nas válvulas de controlo, igual percentagem poderá ser de 50. A equivalência entre os coeficientes K_v e C_v para válvula completamente aberta é:

$$K_v = 0,853 C_v \text{ (m}^3\text{/h)}$$

$$C_v = 1,16 K_v \text{ (galões por minuto)}$$

Perda de carga

A válvula de controlo tem de absorver uma perda de carga para poder manter o sistema controlado em qualquer condição de funcionamento.

Para calcular o K_v são necessários dados como a perda de carga Δp , o caudal Q e o peso específico ρ e também a viscosidade do fluido quando esta é alta.

A queda de pressão ou perda de carga Δp na tubagem deve ser aumentada quando o campo de variação do caudal é amplo e deve ser reduzida quando as variações de caudal são pequenas. Se a perda de carga provocada por uma válvula é uma pequena percentagem da perda total do sistema, a válvula perde rapidamente a sua capacidade para aumentar o caudal posteriormente. Quando o Δp é de valor adequado, a válvula de controlo é mais pequena do que o diâmetro da tubagem onde está instalada. Se no cálculo não resultar este valor é necessário verificar os dados iniciais e se nas operações efetuadas existe algum erro, e em caso negativo comprovar os dados da linha do processo.

A queda de pressão ou perda de carga Δp da válvula está relacionada com a perda total da linha onde está instalada. Para selecionar o valor da perda de carga

Δp da válvula, deve-se ter em conta os fatores que influenciam a pressão disponível para a válvula e o custo da própria instalação, isto é, a bomba de impulsão, se esta existir, a tubagem, e a potência consumida na instalação.

Uma regra prática *standard* é fixar a perda de carga da válvula num valor menor a 30% da perda total do sistema, ainda que nos sistemas com alta queda de pressão a experiência demonstre que se pode admitir até uns 15% da perda total do sistema, sempre que as condições de funcionamento não variem de forma extrema.

Por outro lado, deste ponto de vista de poupança de energia, interessa reduzir ao máximo a perda de carga permitida para a válvula de controlo.

Caudal máximo

O caudal máximo de cálculo da válvula de controlo deve ser 115% do caudal máximo, se este dado é conhecido, e 150% se o dado do processo é aproximado. Este aumento constitui um fator de segurança para evitar que a válvula tenha de regular numa posição extrema de completa abertura ou próxima dela.

Conhecendo o caudal normal e máximo, um critério prático é:

Caudal de cálculo = Caudal normal × 1,43
 Caudal de cálculo = Caudal máximo × 1,1

Deste modo, a válvula trabalha nos 2/3 do curso, a melhor zona de trabalho.

Por outro lado é conveniente verificar que ao caudal máximo do processo não se acrescentou fatores de segurança adicionais. Se foi assim não é necessário aplicar o fator de segurança indicado.

Densidade

Nas fórmulas de caudal, o coeficiente da válvula é proporcional à raiz quadrada da densidade. Se num líquido não se conhece a densidade real pode estimar-se o seu valor como um efeito quase desprezável no cálculo da capacidade da válvula. Por exemplo, uma densidade de 0,9 em lugar de 0,8 dá lugar a um erro

menor a 5% no caudal. No caso de um gás, a densidade em condições normais de pressão e temperatura (1 atmosfera e 15° C) calcula-se facilmente dividindo o seu peso molecular por 29.

Correção de viscosidade – Líquidos

Nos líquidos, quando o regime de fluido é turbulento, aplica-se a seguinte fórmula geral:

$$K_v, \text{ turbulento} = Q \times \sqrt{\frac{\rho}{\Delta p}}$$

em que:

Q = caudal máximo (m³/h)

ρ = densidade (Kg/dm³)

Δp = perda de carga, (bar), para caudal máximo

A viscosidade é uma medida da resistência do fluido que circula. Quando o líquido tem uma viscosidade superior a 43 centistokes (CS) ou 100 Saybolt (SSU), o regime do fluido passa a ser praticamente laminar ao invés de ser turbulento, e por isso é necessário corrigir o valor de **K_v**.

A fórmula de cálculo da válvula passa a ser:

$$K_v, \text{ laminar} = \frac{0,0276}{F_s} \times \sqrt[3]{\left(\frac{\mu \times Q}{\Delta p}\right)^2}$$

em que,

μ = viscosidade cinemática

em centipoises

F_s = coeficiente de fluxo laminar

Para verificar se a zona de trabalho da válvula é a laminar ou a transitória, ou a turbulenta, calcula-se o coeficiente **K_v** a partir das expressões de regime laminar e de regime turbulento, que se substituem na seguinte expressão de fator de descarga.

$$F_r = 1,034 - 0,353 \times \left(\frac{K_v, \text{ laminar}}{K_v, \text{ turbulento}}\right)^{0,615}$$

Se o valor de **F_r** encontra-se dentro da zona de transição (Figura 6) escolhe-se dos valores calculados o maior: **K_v** laminar ou **K_v** turbulento.

Por fim, é necessário registar que a equivalência entre CP, CS e SSU é:

$$C_p = \frac{C_s}{G} = 0,2 \times G \times SSU - \frac{180 \times G}{SSU}$$

em que,

G = densidade relativa

C_p = viscosidade (centipoises)

C_s = viscosidade (centistokes)

SSU = viscosidade (Saybolt) ▶

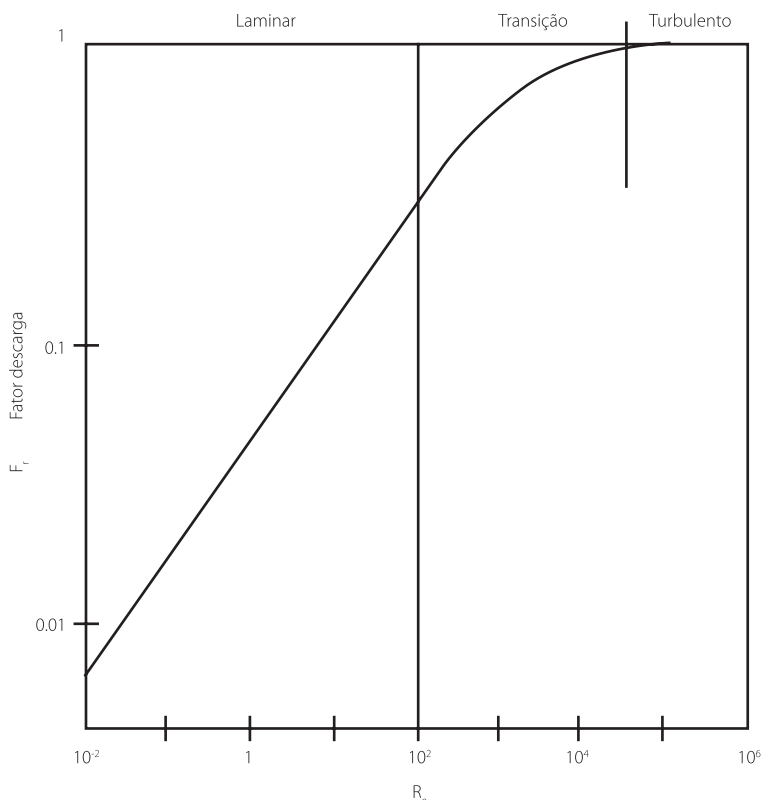


Figura 6. Curva fator de descarga – N.º Reynolds.