



COMPONENTES DA VÁLVULA DE CONTROLE

DADOS NECESSÁRIOS PARA DIMENSIONAMENTO

CARACTERÍSTICA INERENTE

DIFERENCIAL DE PRESSÃO MÁXIMO E MÍNIMO

MONTAGEM “SPLIT RANGE”

ORIFÍCIO SEGMENTADO

1 – PARA QUE SERVE A VÁLVULA DE CONTROLE?

A válvula de controle serve, única e exclusivamente, para modular VAZÃO de qualquer tipo de fluido.

Controlando a **VAZÃO**, a válvula **INDIRETAMENTE** controla uma grandeza física. Seguem alguns exemplos:

a) Válvula no controle da **TEMPERATURA**

O controle de uma temperatura se faz através da quantidade de energia térmica (caloria) colocada ou tirada do processo. Isto é, para aquecer emprega-se calor através da **VAZÃO** de vapor, fluido térmico, água quente, ar aquecido, GLP, GN e, por outro lado, controla-se a **VAZÃO** de água fria ou gelada para retirar calor e resfriar o processo.

No caso de controle de temperatura de ambientes, controla-se a **VAZÃO** de ar resfriado.

b) Válvula no controle do **NÍVEL**

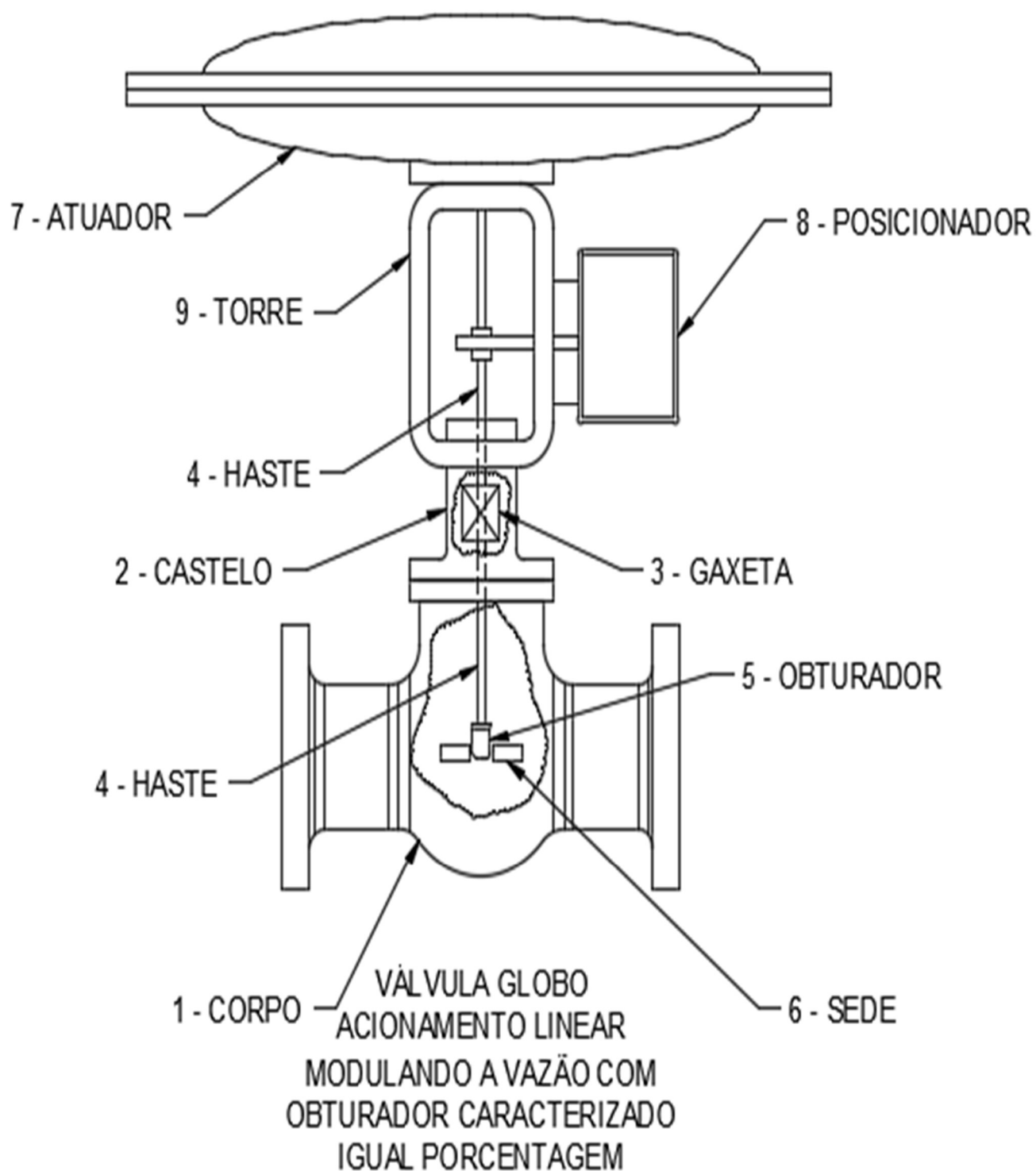
O controle de nível envolve armazenamento de sólidos ou líquidos. Dependendo do tipo de reservatório (tanque, silo ou represa), o nível será controlado por diferentes dispositivos e tecnologias.

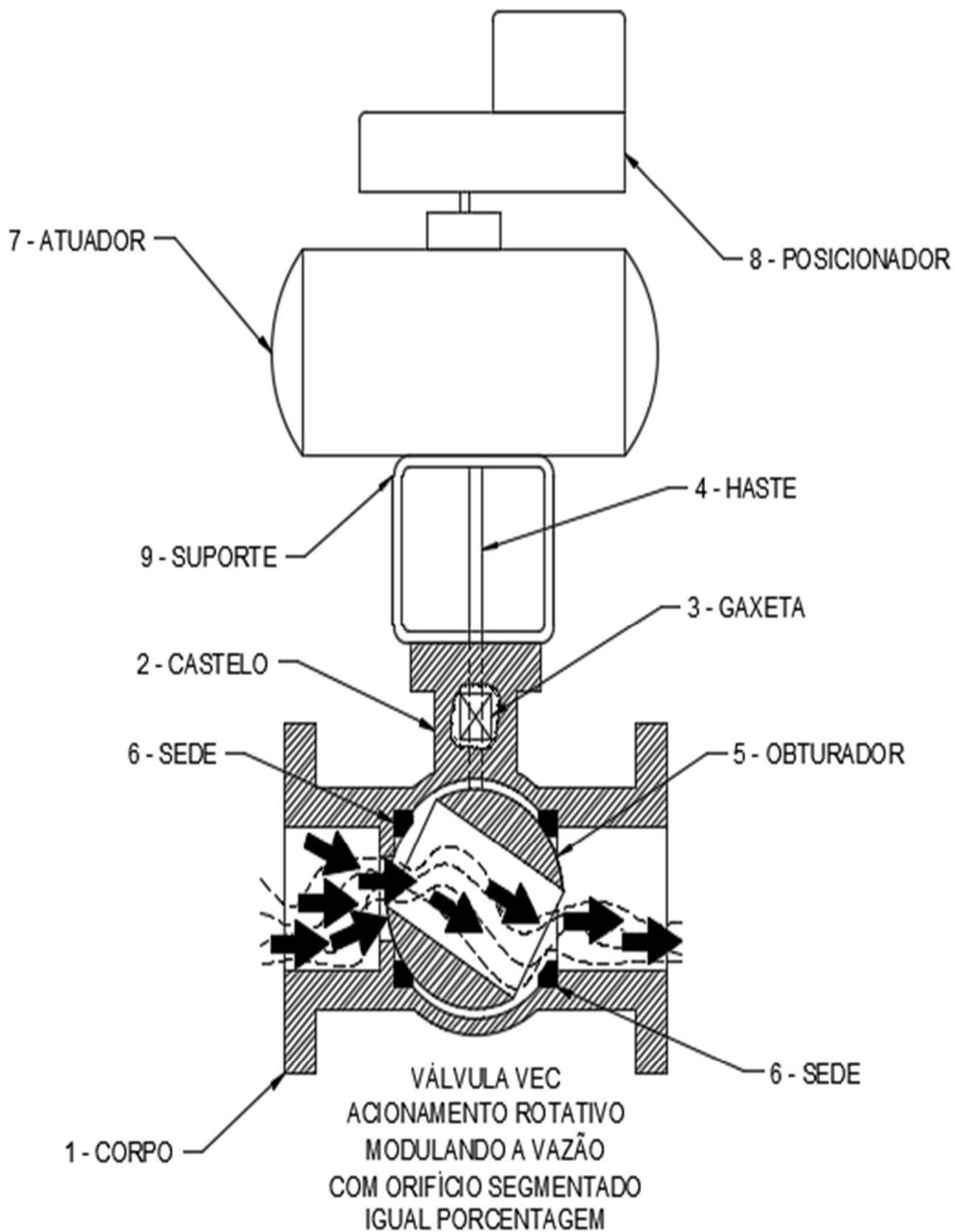
Nesse trabalho consideramos apenas controle de nível através de válvula modulando a **VAZÃO** de líquido. O controle de nível de sólidos, não envolve válvula de controle e não será incluído no escopo deste boletim.

2 – COMPONENTES DA VÁLVULA DE CONTROLE

Uma válvula de controle é composta, resumidamente, pelas seguintes partes:

ITEM	COMPONENTE	FUNÇÃO
1	CORPO	É o componente em cujo interior estão sede e obturador
2	CASTELO	É o componente em cujo interior estão as gaxetas
3	GAXETA	É o componente responsável pela vedação da haste, impedindo que o fluido do processo escape para o ambiente
4	HASTE	A haste, também conhecida como eixo, é o componente que interliga o obturador ao atuador
5	OBTURADOR	É o responsável pela modulação do fluxo
6	SEDE	É o componente responsável pela vedação do fluxo
7	ATUADOR	É o componente responsável pela movimentação do obturador interligado pela haste
8	POSICIONADOR	É o componente responsável pelo posicionamento correto do obturador em resposta ao sinal recebido do sistema de controle
9	TORRE / SUPORTE	É o componente que interliga o atuador ao castelo, servindo também como dispositivo para montagem do posicionador





Cada componente é peculiar a própria tecnologia, isto é, o corpo da válvula globo é diferente da válvula borboleta, que por sua vez é diferente da válvula esfera que por sua vez é diferente da válvula guilhotina e assim com todas as demais outras tecnologias que, aliás são em grande número mas, independentemente da tecnologia, todas as válvulas de controle apresentam, necessariamente, todos os mesmos nove componentes básicos. O ponto mais importante a ser observado nas diferentes tecnologias é a compatibilidade química e física dos materiais das partes que entrarão em contato com o fluido do processo. Essas partes são também conhecidas por “partes molhadas”.

3 – DADOS NECESSÁRIOS PARA SELEÇÃO DA VÁLVULA DE CONTROLE

A ausência de dados sobre as condições de operação da válvula de controle, quando não impedem, geralmente dificultam, e muito, o correto dimensionamento e posterior funcionamento da válvula. Então, quais são os mínimos dados necessários? Segue lista comentada esclarecendo as respectivas necessidades e prováveis consequências nefastas advindas da ausências deles.

3.1 – TAG / SERVIÇO

Atribuir um identificador (tag) é uma importante técnica de engenharia que, utilizando um código alfanumérico, serve para, num processo industrial, individualizar cada malha de controle, seus componentes e, por consequência, a respectiva válvula de controle integrante da malha.

O tag é fundamental para identificar a **função** da válvula no sistema de controle, isto é, define qual é a variável que está sendo controlada. Como exemplo de tag identificador: TV-101. No caso do exemplo, a letra “T” inicial indica ser um sistema de temperatura.

O **serviço** identifica a variável que está sendo manipulada. Como exemplo, um sistema de controle de temperatura, tendo uma válvula modulando a vazão de vapor, tem como serviço “Vapor para trocador de calor TC-.....”.

O **SERVIÇO** é a destinação do fluido cuja vazão está sendo controlada pela válvula e a **FUNÇÃO** é estabilizar a variável que está sendo controlada pela modulação vazão do fluido do serviço. No caso do exemplo, o serviço é vapor para o trocador de calor TC-....., mas a função da válvula TV-101 é controlar a temperatura.

A forma de atribuir tag's é padronizada pela norma S5.1 – *Instrumentation Symbols and Identification* da **International Society of Automation – ISA**.

O número tag informado pelo cliente deve **OBRIGATORIAMENTE** ser colocado pelo fabricante na etiqueta de identificação da válvula de controle.

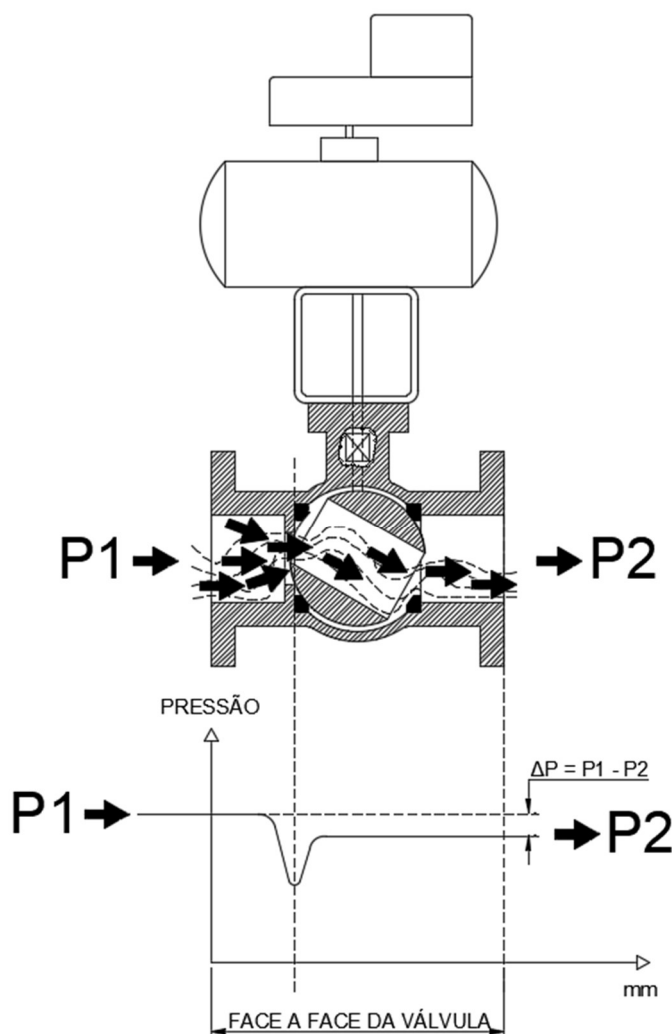
Esta técnica e procedimento impede que válvulas idênticas em tamanho e material, porém com características funcionais diferentes, sejam instaladas em locais trocados, provocando consequências desastrosas. O tag também serve para organizar e gerenciar as manutenções e outras atividades pertinentes a todos os instrumentos da planta industrial. Como exemplo citamos montagem e calibração.

Informar a função da válvula de controle é importante para determinar a característica inerente em função da dinâmica do processo.

São duas as principais características inerentes das válvulas de controle:

IGUAL PORCENTAGEM e LINEAR

Desta forma, variáveis tais como vazão, exigem característica de controle inerente diferente de variáveis tais como nível e temperatura. A pressão diferencial, ou seja, a diferença entre a pressão de entrada na válvula (P1) e a pressão na saída da válvula (P2), também conhecida como ΔP (delta pê), também têm forte influência na determinação da característica inerente adequada para o melhor controle do processo.



A tabela que segue, dá uma forma prática para determinação da característica inerente correta para controlar o processo.

VARIÁVEL	PROCESSO	$\frac{\Delta P_{\text{máx.}}}{\Delta P_{\text{Min.}}}$	CARACTERÍSTICA INERENTE
VAZÃO (sinal de medição proporcional ao ΔP) NOTA 1	NÃO LINEAR	$\geq 5:1$	IGUAL PORCENTAGEM
		$< 5:1$	LINEAR
VAZÃO (sinal de medição proporcional à vazão) NOTA 2	LINEAR	$\geq 2.5:1$	IGUAL PORCENTAGEM
		$< 2.5:1$	LINEAR
NÍVEL	LINEAR	$\geq 2.5:1$	IGUAL PORCENTAGEM
		$< 2.5:1$	LINEAR
pH	NÃO LINEAR	$\geq 2:1$	IGUAL PORCENTAGEM
		$< 2:1$	LINEAR
PRESSÃO (Gás ou líquido)	LINEAR	$\geq 2:1$	IGUAL PORCENTAGEM
		$< 2:1$	LINEAR
TEMPERATURA	NÃO LINEAR		IGUAL PORCENTAGEM

Nem sempre é possível determinar o valor de P2 na mínima vazão e este fato prejudica a correta determinação do máximo diferencial de pressão. Neste caso, a boa prática recomenda considerar P2 como 20% da pressão de operação ou ainda considerar a pressão interna do equipamento que irá receber a descarga da válvula. Por exemplo um trocador de calor que, para funcionamento eficiente, demanda pressão de alimentação mínima, então este valor mínimo de pressão deve ser considerado como P2 para fins de cálculo.

ΔP_{min} é o ΔP na condição de máxima vazão, isto é, a condição mais severa a ser considerada no dimensionamento da válvula e que garantirá que a máxima vazão do processo ocorrerá mesmo sob o menor diferencial de pressão.

ΔP_{max} ocorre sob a condição de menor vazão (Q_{min}) demandada pelo processo. É definido como sendo a diferença entre a máxima pressão de entrada (P1) e a mínima pressão de saída (P2)

$$\Delta P_{max} = P1_{max} @ Q_{min} - P2_{min} @ Q_{min}$$

O ΔP_{max} determinará o menor valor de Cv que a válvula de controle precisará para poder controlar a menor vazão exigida pelo processo.

O ΔP_{min} ocorre sob a condição de máxima vazão (Q_{max}) demandada pelo processo. É definido como sendo a diferença entre a menor pressão de entrada (P1) e a máxima pressão de saída (P2)

$$\Delta P_{min} = P1_{min} @ Q_{max} - P2_{max} @ Q_{max}$$

O ΔP_{min} determinará o maior valor de Cv que a válvula de controle precisará para poder controlar a maior vazão exigida pelo processo.

A relação $\Delta P_{max} / \Delta P_{min}$ determina a faixa de vazão controlável (“rangeability”) que a válvula de controle deverá apresentar. Cada tecnologia de válvula tem sua própria faixa de vazão controlável e os respectivos fabricantes declaram o valor nos catálogos.

As válvulas de controle com tecnologia orifício segmentado possuem faixa de 150:1, isto é a menor vazão controlável é (teoricamente) 150 vezes menor do que a máxima vazão controlável.

Não se deve confundir vazão mínima com VAZÃO ZERO. Vazão nula ocorre somente com válvula totalmente fechada. Quando a vazão é nula, a pressão de entrada é máxima e este valor de pressão é geralmente conhecido como “pressão de shut off”, sendo utilizado para dimensionamento do atuador.

É um procedimento equivocado considerar no dimensionamento da válvula o máximo diferencial de pressão ocorrendo na condição de máxima vazão.

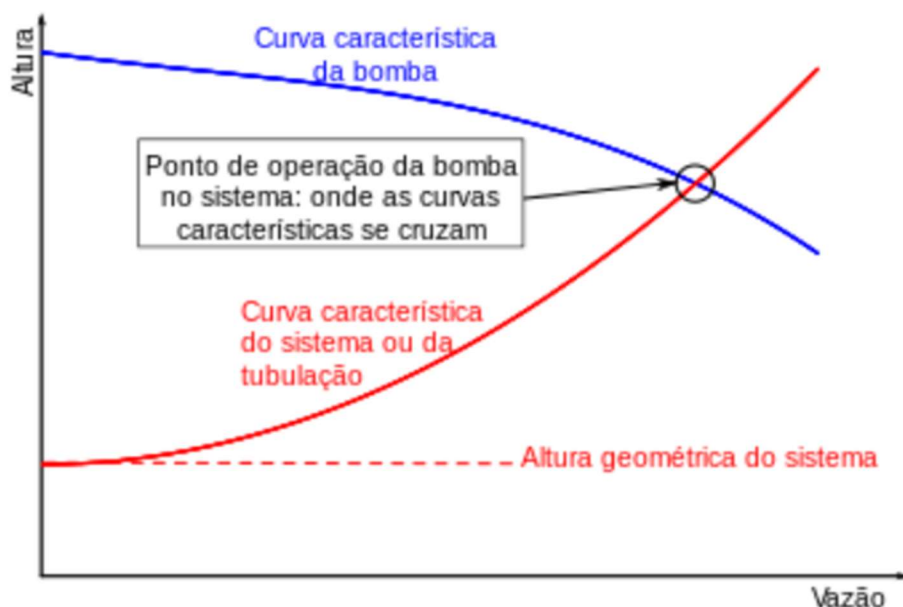
O equívoco consiste em não considerar que o coeficiente de vazão (C_v) implica diretamente no tamanho da válvula e é reduzido a medida em que aumenta o diferencial de pressão.

Simplificadamente:

$$C_v = Q(1/\Delta P)^{1/2}$$

Onde,

- C_v é o coeficiente de vazão da válvula. É utilizado para comparar as diferentes capacidades de vazão das diferentes tecnologias de válvulas.
- Q é a vazão ΔP é o diferencial de pressão.
- Então, desta forma, permanecendo o equívoco, o C_v da válvula selecionada poderá não garantir a máxima vazão sob as reais condições do processo, principalmente se para a movimentação do fluido for empregada bomba centrífuga. Segue gráfico com a curva VAZÃO X PRESSÃO (cor azul) típica de bomba centrífuga, evidenciando que a pressão de saída da bomba é menor na condição de máxima vazão.



Podem eventualmente aparecer casos em que os dados não permitam correta avaliação das pressões diferenciais e, assim sendo, a opção deve ser por característica inerente IGUAL PORCENTAGEM.

3.2 – FLUÍDO / ESTADO

A informação do tipo de fluido e respectivo estado físico é importante, visto que os métodos de cálculo são diferentes para escoamento de líquidos, escoamento de gases/vapores e escoamento em duas fases (líquido e gás simultaneamente).

Muito fluidos de processos são informados com o nomes internos exclusivos das fábricas, por exemplo: “lixívia de retorno” e não por um nome de um produto de domínio público. Nestes casos é imprescindível fornecer todos os dados do fluido, além de também ser necessário informar particularidades tais como se o fluido é corrosivo, abrasivo, inflamável, tóxico, etc.

Certos detalhes dos fluidos são omitidos por serem sigilosos, mas são imprescindíveis para o cálculo.

Devem ser informados, no mínimo, os detalhes conforme seguem:

DADOS PARA LÍQUIDOS	DADOS PARA GASES E VAPORES
Densidade Relativa (Gravidade Específica)	Peso Molecular (Molecular Weight – MW)
Viscosidade Dinâmica	Peso Específico (Density)
Pressão de Vapor	Coeficiente Isoentálpico (cp/cv)
Pressão Crítica	Pressão Crítica
	Temperatura Crítica

A ausência ou incorreção em qualquer desses dados podem resultar em valores errôneos de nível de ruído, regime de escoamento, ocorrência de cavitação, etc.

3.3 – VAZÃO / TEMPERATURA

Estas informações são de fundamental importância para o dimensionamento da válvula.

Elas permitem estabelecer os limites operacionais da válvula. Em outras palavras, delimitar os limites de vazão em que a válvula de controle irá excursionar.

Se tais limites não forem possíveis de serem atingidos por uma única válvula em razão da relação entre a máxima e mínima vazão (“range”), então a solução será o emprego de duas válvulas instaladas em paralelo, tal que tenham Cv’s adequados para atender as respectivas faixas de vazão necessárias ao regime da produção.

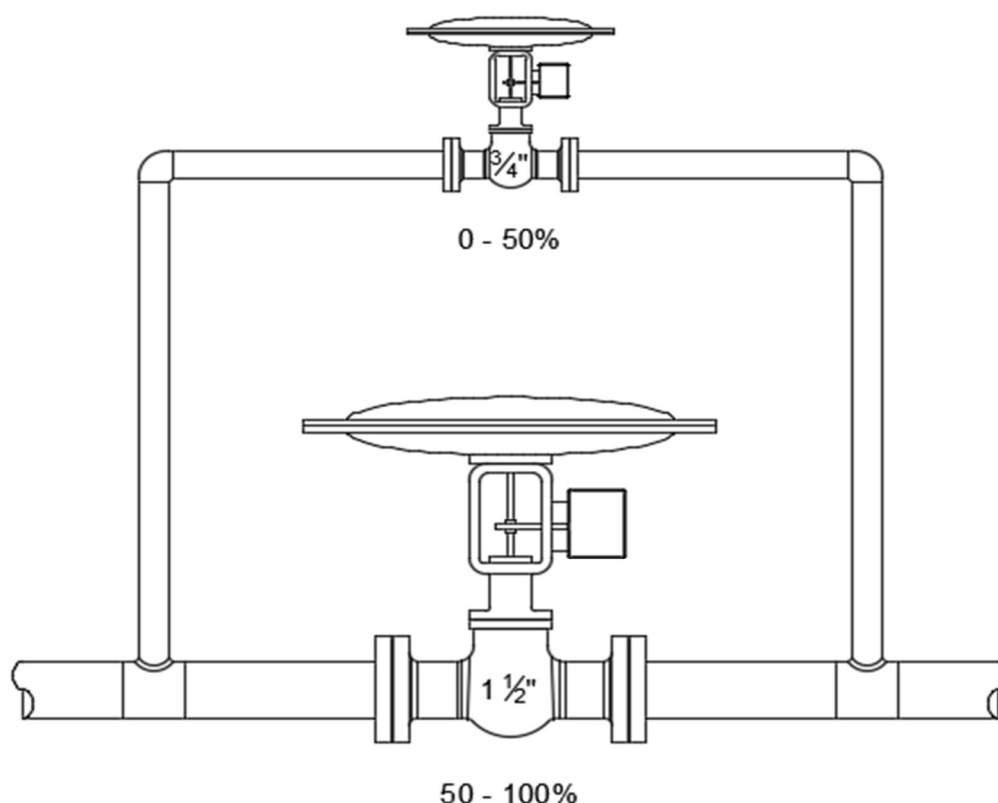
Caso seja necessário o emprego de duas válvulas, então, nas baixas vazões, enquanto a válvula da faixa 50-100% está fechada, a válvula da faixa 0-50% está operando e encarregada de controlar a pequena vazão.

Desta forma, devem necessariamente ser informados os valores de vazão máximo, normal e mínimo.

Quando a válvula da faixa 0-50% ficar totalmente aberta, terá início a abertura da válvula da faixa 50-100%, que daí em diante se encarregará de controlar grandes vazões.

Esta configuração é conhecida como “SPLIT RANGE” ou faixa dividida. Uma válvula com menor Cv, isto é, com menor capacidade de vazão para a mesma pressão diferencial controla a vazão na faixa 0-50% e a outra com Cv maior, isto é, com maior capacidade de vazão para a mesma pressão diferencial controla na faixa 50-100%.

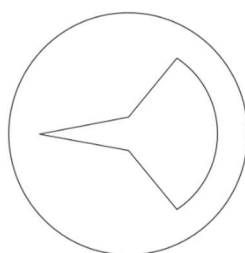
Segue desenho ilustrativo da configuração “split range” para melhor compreensão:



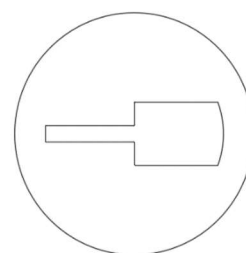
Uma particularidade da tecnologia de válvulas de controle através de orifícios segmentados e obturador esférico é que ela apresenta grande vantagem sobre todas as demais outras tecnologias, ou seja, graças ao alto “range”, esta tecnologia geralmente prescinde de válvula adicional para controle de vazões de ampla variação de amplitude. O “range” das válvulas que empregam esta tecnologia, teoricamente, alcança 150:1, embora haja casos em que é necessário o emprego da técnica avançada “split range”.

Mas mesmo ainda nessas circunstâncias, a tecnologia de orifício segmentado ainda sobrepuja todas as demais tecnologias de válvulas de controle visto que o orifício segmentado permite a função “split range” em um único corpo de válvula de controle.

Uma outra grande vantagem das válvulas de controle com tecnologia orifício segmentado é que nos casos de cavitação, o emprego de dois orifícios segmentados, cada qual contribuindo com 50% do diferencial, elimina a necessidade do emprego de orifício de restrição na tubulação a jusante da válvula, tal a válvula opere sem cavitatar. Segue imagem da válvula de controle com tecnologia orifício segmentado e também dos orifícios segmentados para controle em “split range”.



ORIFÍCIO SEGMENTADO
SPLIT RANGE
IGUAL PORCENTAGEM



ORIFÍCIO SEGMENTADO
SPLIT RANGE
LINEAR

As vantagens desta tecnologia são tantas que enumerá-las foge ao escopo deste boletim.

Na eventualidade de não ser possível determinar todos os valores de vazão e sendo conhecida apenas a vazão na condição normal, a boa prática recomenda que a vazão máxima seja considerada como 1,5 vezes o valor da vazão normal e a vazão mínima como 0,1 vezes o valor da vazão máxima. A faixa de controle (“range”) será então 10:1, que é uma faixa factível à maioria das diferentes tecnologias de válvulas de controle.

A temperatura também exige atenção aos limites de operação. Muitas vezes ocorrem extremos de temperatura não informados, fazendo com que os materiais aplicados, tanto na construção, quanto nas vedações, sejam incompatíveis com estas temperaturas.

É sabido que um gás, ao se expandir, absorve calor, fazendo com que a temperatura atinja valor extremamente baixo e, uma vez ultrapassado o limite de temperatura baixa dos materiais empregados na execução da válvula de controle, podem ocorrer acidentes com consequências indesejadas, algumas até fatais.

Outro ponto importante é que, em alguns processos industriais, pode acontecer de uma etapa de limpeza dos equipamentos e tubulação ser executada com fluido quente ou até mesmo corrosivo. É muito comum limpeza à vapor e até com soda cáustica, porém se essa informação for omitida, a alta temperatura do vapor ou o ataque químico pode prejudicar a integridade dos internos da válvula de controle.

É comum também de acontecer alternância de temperatura, ora muito baixa e ora muito alta e com isso, a válvula que foi construída com materiais adequados para apenas um dos extremos térmicos, sofrerá os consequentes danos.

Face ao exposto, nenhum detalhe pode ser omitido, esquecido ou desconsiderado, sob pena de posterior resultado errático no funcionamento da válvula de controle.

3.4– SINAL DE CONTROLE / PRESSÃO DE AR DE INSTRUMENTO

O sinal de controle precisa ser especificado. Esclarecer detalhes, vantagens, desvantagens, funcionalidades, etc, de cada tecnologia de sinal não é do alcance deste boletim técnico e, por esta razão, seguem apenas alguns exemplos de redes e sinais de controle:

- 4 – 20 mA
- Hart
- Profibus-DP
- Fieldbus Foundation
- Profibus PA

A posição de falha da válvula é um item de suma importância para a segurança patrimonial, ambiental e pessoal. A ausência desta informação na construção da válvula de controle pode, no caso de falta de ar comprimido, resultar em sérios danos aos equipamentos, ao produto, ao ambiente e, pior, às pessoas do ambiente de trabalho.

A pressão do ar comprimido disponível para os instrumentos é de suma importância no dimensionamento dos atuadores pneumáticos. Um atuador pneumático dimensionado para operar com ar comprimido numa determinada pressão, não terá funcionamento regular e confiável caso a pressão do ar comprimido no local de trabalho seja menor.

3.5– CONEXÃO / NORMA / CLASSE DE PRESSÃO / TUBULAÇÃO & SCHEDULE

São detalhes importantes e que se forem devidamente informados, poderão acontecer imprevistos de montagem. Como exemplo, válvula fornecida com flange norma ANSI e conexão no processo ser norma DIN.



DADOS PARA DIMENSIONAMENTO E ESPECIFICAÇÃO DE VEC

1	CLIENTE:		DATA:					
2	COTAÇÃO:		ITEM:					
3	TAG:		SERVIÇO:					
4	FLUÍDO:		ESTADO:					
5	VAZÃO:	NORMAL:		TEMPERATURA:	NORMAL:			
		MÁXIMA:			MÁXIMA:			
		MÍNIMA:			MÍNIMA:			
6	PRESSÃO DE ENTRADA (P1)	NA VAZÃO MÁXIMA:		PRESSÃO DE SAÍDA (P2)	NA VAZÃO MÁXIMA:		DIFERENCIAL DE PRESSÃO	
		NA VAZÃO NORMAL:			NA VAZÃO NORMAL:		MAXIMO	BLOQUEIO
		NA VAZÃO MÍNIMA:			NA VAZÃO MÍNIMA:			
7	MATERIAL:	CORPO:		POSIÇÃO DE FALHA:				
		ESFERA E HASTE:		DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO:		SCH:		
8	CONEXÃO AO PROCESSO:				CLASSE DE PRESSÃO:			
9	SINAL DE CONTROLE:				PRESSÃO AR DE INSTRUMENTO			
10	UNIDADES DE ENGENHARIA							
	VAZÃO		PRESSÃO		TEMPERATURA			

INSTRUÇÕES PARA O PREENCHIMENTO

CAMPO	INFORMAÇÃO
1	Estes campos são preenchidos pela Poligon
2	Estes campos são preenchidos pela Poligon
3	TAG: Código alfanumérico que individualiza a válvula na malha de controle, exemplo: TV-101 SERVIÇO: Função da válvula na malha de controle, exemplo: Água de processo para TQ-101
4	FLUÍDO: Material que terá a vazão controlada pela válvula, exemplo: Soda cáustica 50% ESTADO: Estado físico do fluido, exemplos: sólido, líquido, gasoso
5	VAZÃO: Informar os limites de vazão máximo e mínimo TEMPERATURA: Informar os limites de temperatura máximo e mínimo
6	PRESSÃO DE ENTRADA: Informar os limites de pressão máximo, normal e mínimo PRESSÃO DE SAÍDA NA MÍNIMA: Informar os limites de pressão máximo, normal e mínimo. ΔP máximo ou bloqueio
7	MATERIAL: Material do corpo e internos, exemplo: Corpo em aço carbono (WCB) e internos em 304 POSIÇÃO DE FALHA: Informar a posição da válvula na falta de ar, exemplo: ABERTA, FECHADA, ATUAL DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO E SCHEDULE: Informar tubulação de entrada e saída
8	CONEXÃO AO PROCESSO: Informar o tipo de conexão, exemplo: flange RF, rosca NPT, solda de topo CLASSE DE PRESSÃO: Informar a classe de pressão, exemplo: 150 lbs, 300 lbs, etc.
9	SINAL DE CONTROLE: Informar o tipo de sinal, exemplo: 4-20 mA, PROFIBUS PA, etc. PRESSÃO AR DE INSTRUMENTO: Informar os limites de pressão máximo e mínimo
10	UNIDADES DE ENGENHARIA: Informar as unidades de vazão, pressão e temperatura, exemplo: m³/h, bar, °C