MEDIÇÃO DE VAZÃO COM O TRANSMISSOR DE PRESSÃO VPT10-P

Introdução
A vazão é a terceira grandeza mais medida nos processos industriais. As aplicações são muitas, indo desde aplicações simples como a medição de vazão de água em estações de tratamento e residências, até medição de gases industriais e combustíveis, passando por medições mais complexas. A escolha correta de um determinado instrumento para medição de vazão depende de vários fatores. Dentre estes, pode-se destacar:

- exatidão desejada para a medição
- tipo de fluido: líquido ou gás, limpo ou sujo, número de fases
- condutividade elétrica, transparência etc.
- condições termodinâmicas: por exemplo, níveis de pressão e temperatura nos quais o medidor deve atuar
- espaço físico disponível
- custo etc.

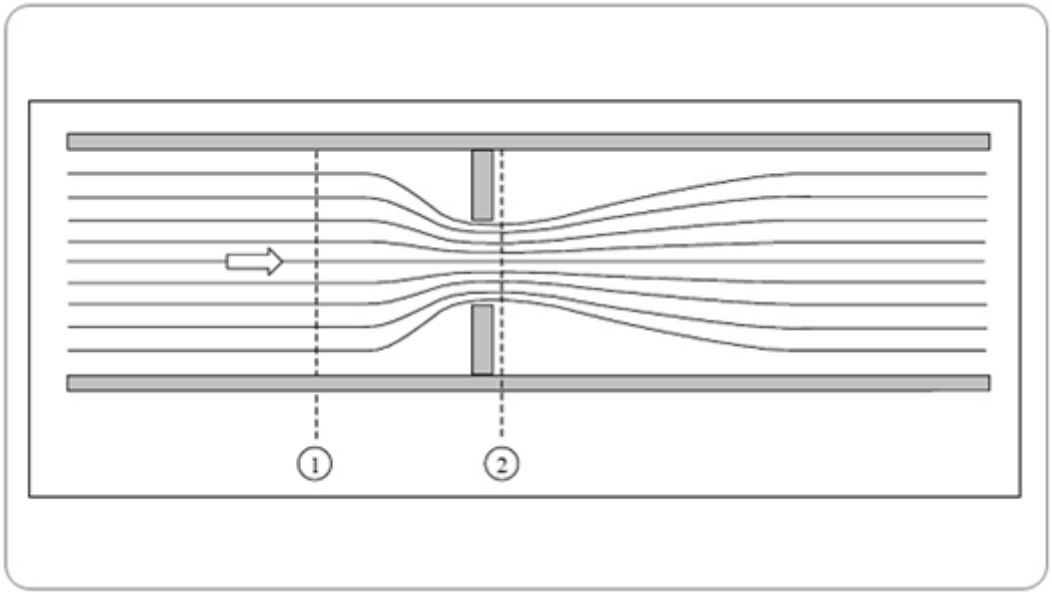
Como podemos definir vazão?
Vazão pode ser definida como sendo a quantidade volumétrica ou mássica de um fluido que escoa através de uma seção de uma tubulação ou canal por unidade de tempo.

Vazão Volumétrica – É definida como sendo a quantidade em volume que escoa através de certa secção em um intervalo de tempo considerado. As unidades volumétricas mais comuns são: m3/s, m3/h, l/h, l/min, GPM (galões por minuto), Nm3/h (normal metro cúbico por hora), SCFH (normal pé cúbico por hora), entre outras.
Qv = V/t onde: V = volume, t = tempo, Qv = vazão volumétrica.

Vazão Mássica – É definida como sendo a quantidade em massa de um fluido que escoa através de certa secção em um intervalo de tempo considerado. As unidades de vazão mássica mais utilizadas são: kg/s, kg/h, t/h, lb/h.
Qm = V/t onde: m = massa, t = tempo, Qm = vazão mássica

Medidores de Diferencial de Pressão
O princípio de funcionamento baseia-se no uso de uma mudança de área de escoamento, através de uma redução de diâmetro ou de um obstáculo, ou ainda através de uma mudança na direção do escoamento. Estas mudanças de área ou de direção provocam uma aceleração local do escoamento, alterando a velocidade e, em conseqüência, a pressão local. A variação de pressão é proporcional ao quadrado da vazão. São medidores já bastante conhecidos, normalizados e de baixo custo. Estima-se que abranjam 50% de utilização na medição de vazão de líquidos.
São compostos de um elemento primário e um elemento secundário. O elemento primário está associado à própria tubulação, interferindo com o escoamento e fornecendo o diferencial de pressão. O elemento secundário é o responsável pela leitura deste diferencial e pode ser um simples manômetro de coluna líquida, em suas diferentes versões, ou até mesmo um transdutor mais complexo, com aquisição e tratamento eletrônico do valor de pressão lido.

Equações para o Cálculo da Vazão
As equações para o cálculo da vazão podem ser obtidas facilmente. Aplica-se a Equação da Conservação da Massa, bem como a Equação da Conservação da Energia, sendo esta última na sua forma simplificada, que é a Equação de Bernoulli. Assim para o escoamento através de uma redução de área, considerando-o ideal e tomando uma linha de corrente entre os pontos 1 e 2, conforme a figura abaixo:



Escoamento com Estrangulamento

A equação de Bernoulli aplicada ao escoamento ideal, entre os pontos 1 e 2 da figura, resulta na equação seguinte:

$$\frac{V_1^2}{2} + \frac{p_1}{\rho} + gz_1 = \frac{V_2^2}{2} + \frac{p_2}{\rho} + gz_2$$

onde o primeiro termo representa a energia cinética, o segundo a energia de pressão, proveniente do trabalho de escoamento, enquanto o terceiro termo representa a energia potencial. Idênticas parcelas existem do lado direito, para o ponto 2. Esta igualdade significa que a soma das três parcelas é uma constante ao longo de uma linha de corrente, não havendo perdas por atrito. Para o escoamento na posição horizontal, não há variação de energia potencial, sendo z1 = z2. Usando a equação da conservação da massa entre as seções 1 e 2, para o escoamento incompressível, tem-se que:

$$V_1 A_1 = V_2 A_2$$

Sendo A a área da seção transversal e a razão entre os diâmetros do medidor e da tubulação, = D2/D1 (ou d/D, conforme a notação), pode-se isolar uma das velocidades, obtendo-se a equação seguinte:

$$V_2 = \sqrt{2\left(\frac{p_1 - p_2}{\rho}\right)\left[1 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2\right]^{-1}}$$

A vazão pode ser então obtida, multiplicando-se esta velocidade pela respectiva área. A vazão no caso é uma vazão ideal, pois foi obtida através da equação de Bernoulli, para o escoamento ideal.

$$Q_1 = V_2 A_2$$

Tomando-se o caso mais extremo, em que o ponto 2 está situado sobre a vena contracta, pode-se definir um

coeficiente de contração da veia principal, que é a razão entre a área da vena contracta A2, e a área de passagem do medidor, Am. Assim:

$$C_1 = \frac{A_2}{A_m}$$

A vazão real pode ser obtida multiplicando-se a vazão ideal por um coeficiente de correção Cv. Este coeficiente inclui as correções relativas à perda de energia entre os pontos 1 e 2, entre os quais se obtém o diferencial de pressão. Parte deste diferencial é decorrente da aceleração do escoamento e parte provém da perda de carga. Esta última age sempre no sentido de aumentar o diferencial, razão pela qual o valor de Cv é sempre inferior à unidade. Assim, tendo em conta estas correções e a área do medidor Am, a equação para a vazão é dada por:

$$Q_r = \frac{C_v C_c}{\sqrt{1 - C_c^{\,2}\beta^4}} A_m \sqrt{2\left(\frac{p_1 - p_2}{\rho}\right)}$$

O coeficiente Cc difere da unidade apenas na placa de orifício, quando as tomadas de pressão não são as de canto (corner taps). No caso deste tipo de tomada a vena contracta existe, mas a pressão está sendo lida junto à placa, de forma que a área A2 pode ser considerada como a área do orifício Am. Em função da dificuldade de se determinar todos os coeficientes da equação, prefere-se ignorar o próprio Cc e introduzir os coeficientes C e K, de modo que esta equação assuma as seguintes formas:

$$Q_r = CQ_1 = \frac{C}{\sqrt{1 - \beta^4}} A_m \sqrt{2\left(\frac{p_1 - p_2}{\rho}\right)} = KA_m \sqrt{2\left(\frac{p_1 - p_2}{\rho}\right)}$$

Medidor de Vazão por Placa de Orifício

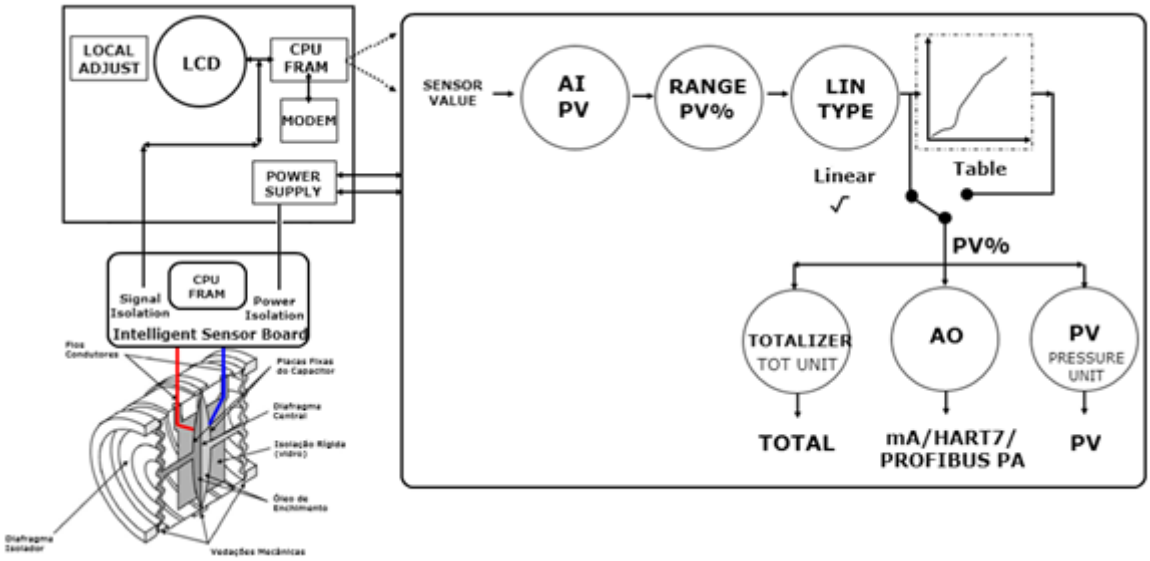
Atualmente, há inúmeras tecnologias para medição de vazão no mercado, mas sem dúvida, a medição com placa de orifício ainda é a mais usada pelo seu baixo custo. A placa de orifício consiste num disco com um orifício central com saída em ângulo que deve ser montado concêntrico ao eixo do conduto cilíndrico, provido de duas tomadas de pressão, uma a jusante e outra a montante do disco. É um trecho de tubulação com uma restrição que cria uma queda de pressão no fluido sendo escoado. Um bocal ou tubo de Venturi também são exemplos de restrições que podem ser usadas. Entretanto, a placa fina com orifício central é o tipo de restrição mais empregado.

À medida que o fluido se aproxima da placa há um ligeiro aumento na pressão, e depois há uma súbita queda após a passagem pelo orifício. A pressão continua a cair até atingir um ponto de pressão mínimo chamado “vena contracta”. É quando a pressão começa a subir novamente até atingir a pressão máxima após a placa. Essa pressão será sempre menor que a pressão antes da placa. A diferença entre elas é chamada de “perda de carga” e é importante para dimensionar bombas e outros elementos da tubulação, o que também significa energia perdida devido à restrição imposta na linha pela placa. Quando passa pelo orifício, a redução da pressão é resultado do aumento em sua velocidade passando pela área reduzida. O fluido escoando através da área da tubulação tende a querer passar pelo orifício que possui área menor. Dessa forma o fluido é “acelerado”, o que causa a queda de pressão.

Configurando o VPT10-P para Medição de Vazão

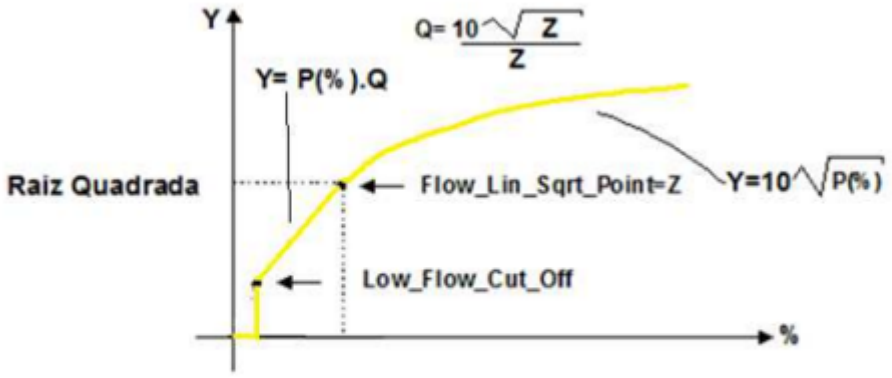
O VPT10 é um transmissor de pressão com sensor capacitivo de alta performance, projetado para medições de pressão diferencial, absoluta e manométrica, com modelos para aplicações de nível flangeado, selo remoto e sanitário.

O VPT10 está disponível com os protocolos de comunicação HART® 7 e Profibus PA, sendo uma solução robusta e altamente confiável para as medições de pressão, nível e vazão e garantindo resultados eficientes em seus processos com segurança e alta disponibilidade.

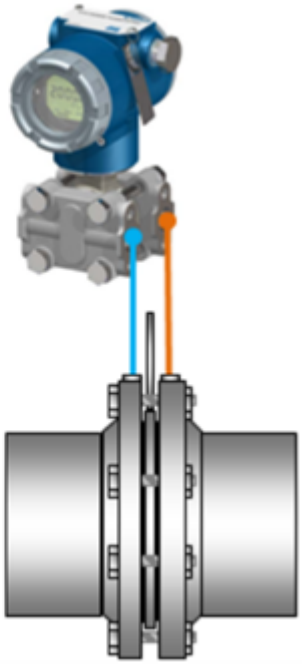


O VPT10-P pode calcular vazão mássica ou volumétrica. Para a medição de vazão, o usuário deve configurar a medição primária para vazão (Flow) e o tipo de linearização para extração de raiz quadrada (ou Tabela + Extração de Raiz). Além disso, de acordo com a figura abaixo, observe que existe um ponto a ser definido, onde tem-se o corte de zero (Low Flow Cutoff) e também um ponto onde a resposta da medição de vazão deixa de ser linear com a pressão e passa a atender à extração de raiz quadrada, conforme a pressão diferencial aplicada (Flow Lin Sqr Point). Uma vez que se tenha definido a função de transferência, conforme a aplicação, o usuário pode escolher a unidade de saída, com a qual o valor de pressão ou vazão será disponibilizado ao mestre do sistema via bloco AI ou TOT, respectivamente, via serviços de troca de dados cíclicos.

VPT10-P e o Uso de Placa de Orifício



Medição de vazão e extração de raiz quadrada.



Conclusão

Pudemos ver através deste breve artigo algumas carcaterísticas sobre o VPT10-P, transmissor de pressão com

sensor capacitivo inteligente, e detalhes básicos sobre a medição de vazão.
Para mais detalhes, consulte: https://www.vivaceinstruments.com.br/pt/produtos/Pressão/transmissor-de-pressao

Referências

Material de Treinamento Profibus - César Cassiolato
https://www.vivaceinstruments.com.br/

Sobre o autor

César Cassiolato é presidente e diretor de Qualidade da Vivace Process Instruments. É também conselheiro administrativo da Associação PROFIBUS Brasil América Latina desde 2011, onde foi presidente de 2006 a 2010; diretor técnico do Centro de Competência e Treinamento em PROFIBUS; diretor do FDT Group no Brasil; e engenheiro certificado na Tecnologia PROFIBUS e Instalações PROFIBUS pela Universidade de Manchester.