

Introdução



O tubo de Pitot é um instrumento que mede o caudal. A medida do caudal é tão importante quanto a do consumo de energia eléctrica, para fins contáveis e para a verificação do rendimento do processo.

A medição do caudal é a única que deve ser feita com fluido em movimento, ao passo que todas as outras medições, como as de pressão, temperatura e de nível, podem ser feitas em fluido no estado estático.

O tubo de Pitot é um medidor de caudal indirecto, pois utiliza fenómenos intimamente relacionados à quantidade de fluido que passa. O tubo de Pitot é um dispositivo que mede directamente a diferença entre a pressão dinâmica e a pressão estática do fluido. É um medidor de velocidade que determina a velocidade do fluido num determinado instante e num determinado ponto da conduta. Esta velocidade denomina-se por velocidade pontual.

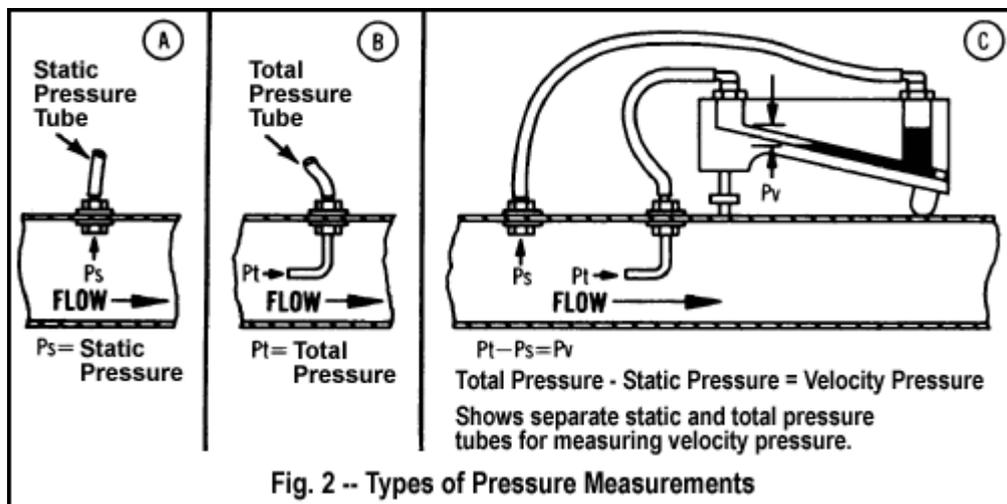
A utilização deste medidor a nível industrial é enorme, visto que pode ser usado quando as dimensões das condutas são demasiado grandes e quando se quer efectuar uma medição temporária do caudal. Pode-se, por exemplo, encontrar a sua utilização em velocímetros de aviões, navios ou túneis aerodinâmico.

Este tipo de medidor de caudal foi construído por Henri de Pitot (1695-1771).

Princípio de funcionamento

O tubo de Pitot, ao contrário do de Venturi e do de orifício, não determina uma velocidade média, mas sim uma velocidade pontual. Para determinar a velocidade de pressão, é necessário eliminar total e pontualmente o efeito do fluido em movimento. Isto é feito, normalmente, com um tubo de impacto virado directamente para a corrente de ar. Este tipo de sensor é normalmente designado por acumulador de pressão total, uma vez que recebe efeitos simultâneos da pressão estática e da velocidade de pressão.

Ao se introduzir um tubo aberto numa extremidade da corrente de fluido com a abertura orientada na mesma direcção de modo a que o ar circule na direcção oposta à do fluido, este vai embater no tubo e pára, convertendo-se a sua energia cinética em energia de pressão, sendo esta superior à pressão estática. Esta conversão nem sempre é completa, já que por vezes certas porções de fluido se desviam ao chocar com o tubo de Pitot.



Deve-se pois efectuar uma correcção introduzindo um coeficiente de tubo de Pitot (c) ao se calcular a velocidade, para que esta ao ser calculada a partir do desnível do manómetro coincida com a real, usando a seguinte correlação

$$u = C \cdot \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}}$$

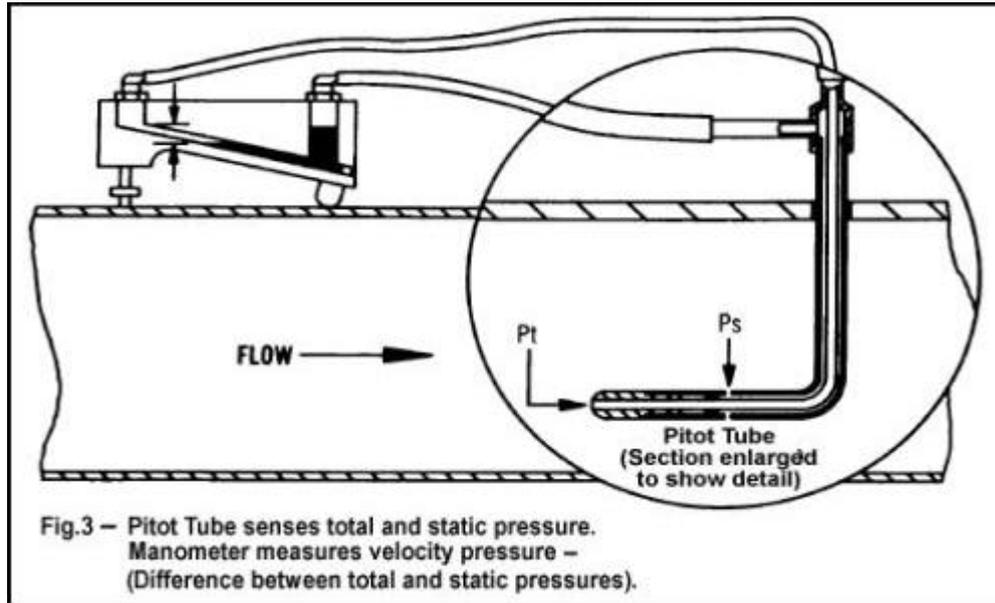
Essa diferença de velocidades depende da forma do tubo de Pitot. Na figura observa-se os modos de medir os diferentes tipos de pressão. Existem diversos tipos de tubo de Pitot, consoante a posição das tomadas de pressão:

- as tomadas de pressão estática e de pressão total encontram-se separadas
- as duas tomadas de pressão estão num mesmo tubo

Este último, o mais utilizado para gases, é constituído por um tubo interior (onde é detectada a pressão total), que por sua vez é envolvido por um tubo exterior, onde existem uns orifícios por onde a pressão estática é transmitida ao espaço anelar entre os dois tubos.

Quando o tubo onde se mede a pressão total está ligado directamente à parte de alta pressão do

manómetro, a velocidade de pressão é medida directamente, como se pode constatar na seguinte figura



De modo a determinar o caudal torna-se necessário relacionar a velocidade pontual, medida na extremidade do tubo, com a velocidade média, o que requer cálculos matemáticos utilizando tabelas, curvas, ou curvas de calibração do manómetro onde se encontra uma relação directa com a velocidade. Sendo o caudal medido com base na diferença entre a medição da pressão no tubo (soma das pressões estática e dinâmica) e do orifício existente na conduta, onde é medida apenas a pressão estática.

$$\left(P_{\text{estática}} + \rho \frac{u^2}{2} \right) = P_{\text{total}}$$

Construção e materiais

Como o tubo de Pitot é um aparelho padrão usado na calibração de outros medidores de velocidade, é bastante importante ter determinados cuidados no seu projecto e construção. De modo a minimizar a turbulência e as interferências, actualmente fabricam-se tubos de Pitot com distâncias suficientemente grandes entre a extremidade e a tomada de pressão estática. Isto permite o uso destes tubos sem recorrer a factores de calibração ou de correcção.



Outra característica importante dos tubos de Pitot resume-se ao facto de não se conseguir obter valores precisos para regimes turbulentos, de forma a diminuir este handicap, o tubo de Pitot deve ser inserido a uma distância nunca inferior a 8,5 diâmetros da conduta após cotovelos, junções ou qualquer outro tipo de obstruções que possam causar turbulência. Para assegurar medições mais precisas, o tubo de Pitot deve ser colocado a pelo menos 5 diâmetros da conduta antes de estrangulamentos que possam existir na conduta.

Gama de medida

O tubo de Pitot pode ser usado numa vasta gama de pressões bem como para medir diversos tipos de correntes. Nas secções relativas aos [fabricantes](#), temos diversos exemplos de utilização deste tipo de manómetros em diferentes gamas de medida e condições de operação.



Seleccção

A selecção do tipo de instrumento a utilizar deve ter em conta a várias características de cada um, de modo a que o instrumento escolhido possa responder ao tipo de medição que se pretende. O instrumento escolhido deve ser o mais barato possível, pois o factor económico é bastante importante, por vezes decisivo, na indústria. . Nas secções de [fabricantes](#) existem tabelas que podem ajudar, numa fase preliminar, a selecção da instrumentação mais adequada.

Custos e fabricantes

Tecknoma

www.teckoma.com

**C&G Industrial
Supply, Inc.**

www.cgindustrial.com

AIRFLOW[®]

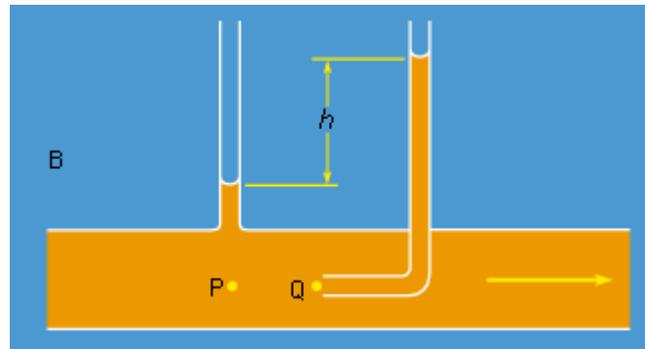
SPECIALISTS IN AIR MOVEMENT TECHNOLOGY

Technical Products Inc.

www.airflow.com

Vantagens e desvantagens

O tubo de Pitot é um instrumento de medição de caudal de simples manuseamento, de fácil instalação e substituição.



Os custos de manutenção são relativamente baixos quando comparados com os outros medidores de caudal. O tubo de Pitot mede apenas a velocidade do ponto de impacto e não a velocidade média do fluxo. Assim sendo, a indicação do caudal não será correcta se o tubo de impacto não for colocado no ponto onde se encontra a velocidade média do fluxo. Por isso, este medidor só é usado para grandes caudais de fluidos sem sólidos em suspensão, que podem provocar a obstrução do tubo, o que levaria a que houvesse uma interferência nos resultados.

Este medidor também só se aplica a medições onde a precisão de medida não é exigida e a confecção de outros dispositivos é anti-económica. Antes de se realizar a instalação de um tubo de Pitot numa tubagem deve-se ter em consideração a relação entre o tamanho do tubo de Pitot e o tamanho da tubagem, pois quanto mais reduzidas forem as dimensões do tubo de Pitot em relação às dimensões da tubagem, menores perdas de pressão se verificam.

Os tubos de Pitot devem ser inspeccionados periodicamente para garantir que não haja a obstrução do tubo e das ligações afins.

Vantagens

- Instrumento simples
- Fácil instalação
- Baixo custo de aquisição e manutenção
- Apresenta pequena perda de pressão, desde que o tubo não apresente grandes dimensões comparado com o tamanho da corrente.

Desvantagens

- Origina pequena pressão diferencial
- Não podem ser usados em fluidos com partículas sólidas em suspensão uma vez que iriam obstruir o tubo
- Para pequenos caudais de gases a diferença de pressão é desprezável