

Experiência: Equação da Continuidade

Será usado um tubo de Prandtl para medir a velocidade de um fluxo homogêneo de ar e para verificar a relação entre esta velocidade e a seção transversal da tubulação que conduz o fluxo. A construção deste tubo está baseado nos princípios de funcionamento da sonda de pressão e do tubo de Pitot.

Equipamento

A sonda de pressão (figura 1) serve para medir pressão no interior de um fluxo homogêneo de fluido. Esta sonda está ligada a um manômetro em forma de U, é fechada na ponta e possui um orifício lateral que “sente” exclusivamente o efeito de pressão estática.

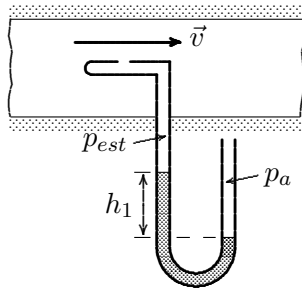


Figura 1 – Sonda de pressão.

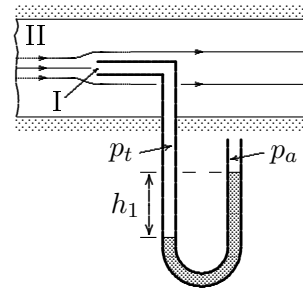


Figura 2 – Tubo de Pitot.

Já o tubo de Pitot (figura 2) mede a pressão total (p_t) no interior de um fluxo homogêneo de fluido. Este tubo também está ligado a um manômetro em forma de U, mas é aberto na ponta. No ponto I a velocidade do fluido é zero e, em consequência disso, há um aumento de pressão $\rho v^2/2$ em relação a um ponto do fluido de densidade ρ e velocidade v . Como o manômetro possui uma extremidade aberta, a pressão total p_t em I corresponde à soma da pressão atmosférica p_a com a pressão do manômetro $\rho'gh_1$, onde ρ' é a densidade do líquido contido no manômetro:

$$p_t = p_a + \rho'gh_1.$$

O tubo de Prandtl (figura 3) é usado para medir pressão dinâmica. Este tubo é uma combinação da sonda de pressão e do tubo de Pitot.

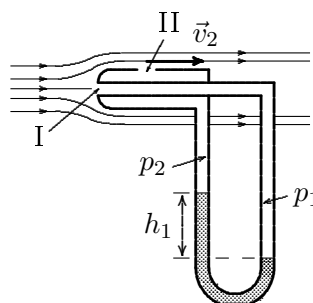


Figura 3 – Tubo de Prandtl.

Tanto para este tubo como para os anteriormente descritos, é importante que o quociente entre a seção transversal do tubo e a do fluxo seja pequeno, para que a velocidade v_2 se desvie o menos possível do seu valor num fluxo não perturbado. A diferença de altura entre os pontos I e II pode ser desprezada.

No ponto I, a pressão é a soma da pressão estática com a dinâmica. No ponto II, a pressão é apenas a estática. A diferença entre p_1 e p_2 é, pois,

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho v_2^2.$$

Por outro lado, esta mesma diferença de pressão é registrada no manômetro:

$$p_1 - p_2 = \rho' g h_1.$$

Logo,

$$\frac{1}{2}\rho v_2^2 = \rho' g h_1.$$

Esta técnica pode ser usada para determinar a velocidade $v(=v_2)$ do fluido:

$$v = \left(\frac{2\Delta p}{\rho}\right)^{1/2}.$$

Note-se que, nos três casos descritos, a pressão é medida por meios estáticos e que mesmo gases com velocidades pequenas em relação à do som podem ser tratados como incompressíveis, em primeira aproximação.

Procedimento

Nesta experiência é produzido um fluxo contínuo de ar que escoar através de vários tubos de diâmetros decrescentes e de mesmo comprimento, acoplados à extremidade de um compressor de ar. Para medir a velocidade de escoamento do ar, o tubo de Prandtl deve ocupar uma posição horizontal e coaxial, penetrando aproximadamente 5 cm na extremidade aberta de cada tubo.

Determine as velocidades de escoamento do ar em tubos de diferentes diâmetros e verifique, a seguir, se os dados satisfazem à equação da continuidade. Monte uma tabela e, se possível, registre os resultados num gráfico linearizado.

Bibliografia

AXT, R., GUIMARÃES, V. H. *Física experimental I e II*: manual de laboratório. Porto Alegre. 2.ed. Ed. da Universidade-UFRGS, 1991.