

Objetivos da sétima aula da unidade 5:**Simular a experiência do medidor de vazão tipo – tubo de Venturi****Propor a experiência do medidor tipo - tubo de Venturi****5.13.2 Tubo Venturi**

Objetivamos simular a experiência com o tubo Venturi utilizado na bancada representada pela figura 3.17 (unidade 3: quarta aula – quarta parte - pp196) na busca de sua *curva característica* e da sua *curva de calibração*.

Objetivos: - Obter a curva característica $C_d = f(Re_1)$, onde:

C_d → coeficiente de descarga do Venturi

Re_1 → número de Reynolds de aproximação

- Obter a curva de calibração $Q_R = f(h)$, onde:

Q_R → vazão real do escoamento

h → desnível do fluido manométrico do manômetro diferencial acoplado no Venturi

Posição na bancada: (10) segundo esquema geral da página 196

Esquema real representado pelas figuras 5.40.a e 5.40.b



Figura 5.40.a

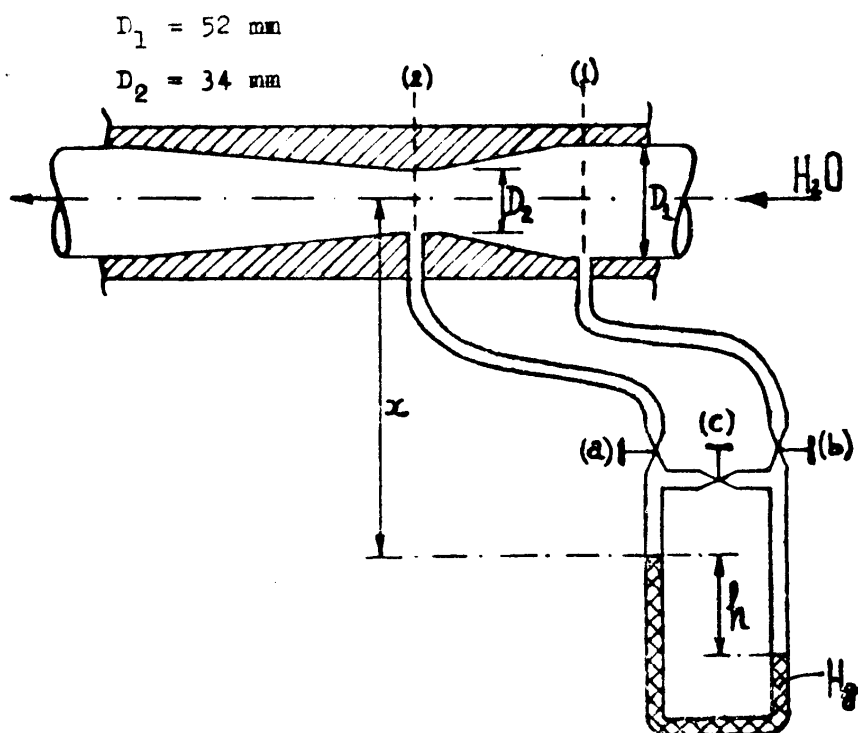


Figura 5.40.b

→ Determinação da Vazão Teórica (Q_t) através do Tubo de Venturi

Sabendo-se que existem as perdas de carga, porém não as considerando, ao aplicarmos a *equação de Bernoulli, manométrica e continuidade* entre (1) e (2), obtemos a vazão teórica através do tubo Venturi.

$$Q_t = \frac{\pi D_2^2}{4} \cdot \sqrt{\frac{2g \cdot \left(\frac{\gamma H_g}{\gamma H_{2O}} - 1 \right)}{1 - \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^4}} \cdot \sqrt{h_v} \quad \text{equação 5.46}$$

Para cada posição de válvula globo (8 – pp. 196), temos um desnível do fluido manométrico h e em consequência uma vazão teórica.

→ Determinação da Vazão Real

A vazão real para cada posição da válvula globo (8 – pp. 196) pode ser, ou seja:

$$Q_R = \frac{\Delta h \cdot S}{t} = \frac{\Delta h \cdot 0,5625}{t}$$

→ Determinação do Coeficiente de Vazão ou Descarga → C_d

$$C_d = \frac{Q_R}{Q_t}$$

Notas → 1ª) → Na obtenção da curva característica do Venturi, existe a possibilidade de obter $C_d > 1,0$, e este resultado anormal pode ser devido, ou a instalação incorreta do manômetro diferencial ou pelo fato do escoamento real exigir a utilização, tanto das perdas, como do coeficiente de energia cinética, resultando:

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} + H_p \quad \text{ou seja:}$$

$$\frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} = \frac{p_1 - p_2}{\gamma} - \left[H_p + (\alpha_2 - 1) \frac{V_2^2}{2g} - (\alpha_1 - 1) \frac{V_1^2}{2g} \right]$$

como α_1 é geralmente maior que α_2 , pois a redução da seção age no sentido de uniformizar a distribuição de velocidade na seção (2), para medidores Venturi com paredes internas extraordinariamente lisas ($H_p \approx 0$) e com relação D_2 / D_1 próximas a unidades, podemos ter C_d ligeiramente maiores que a unidade.

2ª) → Na prática uma das possibilidades de terminarmos a vazão real é através de $C_d = f(Re_1)$ (figura 5.41).

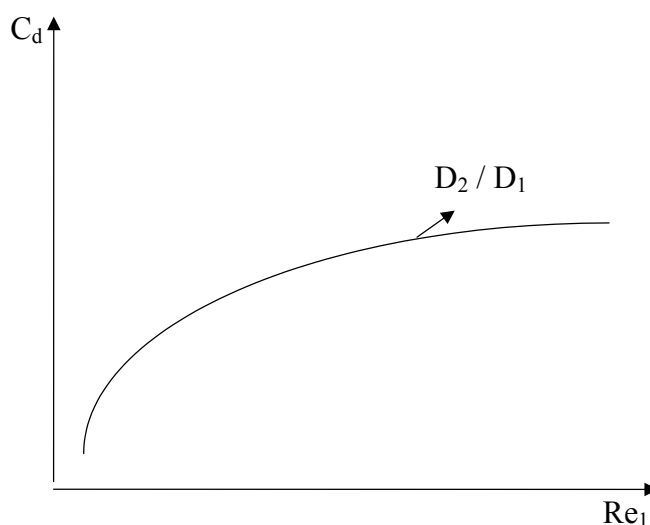


Figura 5.41

Adota-se um Reynolds de aproximação no patamar e através do mesmo lê-se C_d . Com o desnível do fluido manométrico (h), calcula-se a vazão teórica (Q_t).

Com C_d e Q_t , determina-se a vazão Q_R .

Com a Q_R , calcula-se a velocidade na seção 1 e em consequência Re_1 .

Se o Re_1 calculado der no patamar o cálculo feito foi correto, caso contrário repete-se o procedimento iniciando-se com Re_1 calculado até convergir para um pto.

Podemos observar através desta segunda nota, que este procedimento deve ser seguido por um especialista no assunto. Para facilitar a utilização do Venturi, é comum definir-se a constante K_v de um Venturi.

$$K_v = C_d \cdot \frac{\pi D_2^2}{4} \cdot \sqrt{\frac{2g \cdot \left(\frac{\gamma H_g}{\gamma H_2 O} - 1 \right)}{1 - \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^4}} \quad \text{equação 5.47}$$

Do conceito de coeficiente de vazão e das equações 5.46 e 5.47, temos:

$$Q_R = K_v \cdot \sqrt{h_v} \quad \text{equação 5.48}$$

3ª) → Deve-se notar que apesar do K_v ser dimensional o seu comportamento é análogo ao do C_d , já que para um dado aparelho em um dado local, tem-se:

$$\frac{\pi D_2^2}{4} \cdot \sqrt{\frac{2g \cdot \left(\frac{\gamma H_g}{\gamma H_{2O}} - 1 \right)}{1 - \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^4}} \equiv \text{Constante do aparelho}$$

4ª) → Outra maneira simples de utilizarmos o Venturi é através da curva de calibração (figura 5.42).

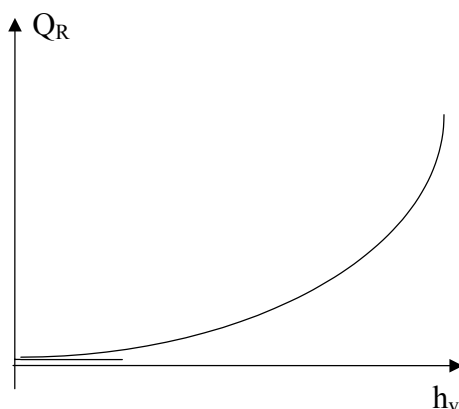


Figura 5.42

→ Determinação da Constante K_v de um Venturi

Existem na prática três maneiras distintas de determinarmos K_v , são elas:

1ª) Elaborar em papel milimetrado, o gráfico com re_1 no eixo das abscissas e os valores de k_v , calculados para cada posição da válvula (8), na ordenada (figura 5.43).

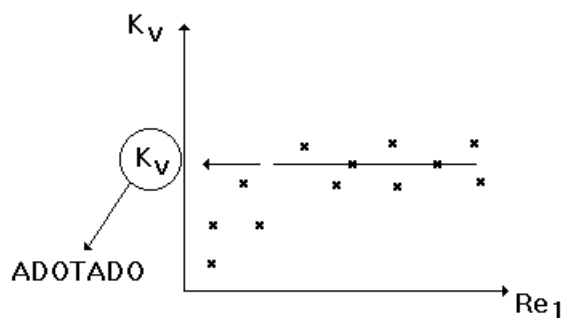


Figura 5.43

Nesta situação, delimita-se o campo em que K_v é constante.

2ª) Calcula-se $K_v = \frac{\sum K_v}{n^\circ \text{ pontos}}$, ou seja adota-se a média dos K_v calculados para cada posição da válvula (8).

3ª) Com os dados obtidos e com os cálculos efetuados através da experiência, elaborar em papel bilogarítmico, o gráfico com h_v em abscissa, plotar os pares experimentais (h_v , Q_R), traçar a reta média e obter K_v como sendo o valor de Q_R sobre esta reta para $h_v = 1$ (figura 5.44).

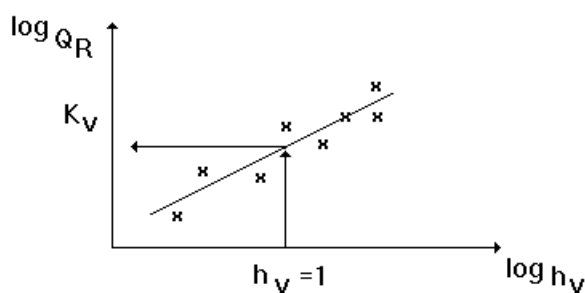


Figura 5.44

Considerando os dados da tabela a seguir, pede-se:

- (A) → O preenchimento da tabela 5.2 da página;
- (B) → Traçar em um papel milimetrado a curva característica do Venturi;
- (C) → Traçar em um papel milimetrado a curva de calibração do Venturi;
- (D) → Obter a constante do Venturi (K_v) pelas três maneiras mencionadas.

Ensaio	Δh ⁽²³⁾		t	h ⁽¹³⁾
	COTA A	cm	s	mm
1	/	/	00	/
2	5,00	cm	20	0,30
	5,92			
3	10,00	cm	20	0,60
	11,26			
4	15,00	cm	20	1,10
	16,84			
5	20,00	cm	20	4,50
	23,68			
6	25,00	cm	20	15,50
	31,89			
7	40,00	cm	20	27,60
	49,19			
8	10,00	cm	20	62,10
	23,78			
9	30,00	cm	20	110,50
	48,38			
10	10,00	cm	20	172,50
	32,97			

← **Unidades**

