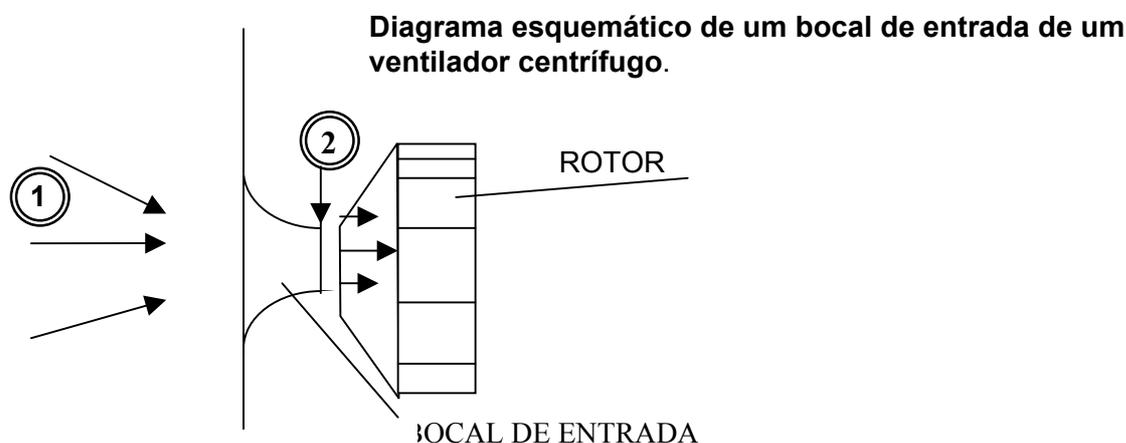


**Sistema Inteligente de Medição de Vazão de Ar– SIMVA- 2B**  
**Produto patenteado no INPI sob nº PI 9906245**

**1) CONCEITUAÇÃO:**

A partir da necessidade de se saber qual a vazão de ar instantânea de cada condicionador de ar para monitoramento e controle e da inexistência de trechos retos de dutos onde seria possível a instalação de tubos de Pitot ou grades de Wilson, desenvolvemos o estudo de um dispositivo onde poderíamos utilizar o próprio bocal de entrada do ventilador como medidor de vazão.

O conceito básico desta aplicação esta descrita a seguir:



No esquema acima do bocal de entrada do ventilador da AHU, temos que a energia em termos de pressão do ar na seção 1 é igual a energia em termos de pressão na seção 2 mais a perda de pressão entre 1 e 2.

Logo aplicando-se a equação da energia em termos de pressão entre 1 e 2 temos:

$$E_1 = E_2 + \text{Perda de pressão}_{1 e 2}$$

onde:

$E_n$  = Energia em termos de pressão em "n".

OBS.: Chamamos de **Equação da energia em termos de pressão** e não **Equação de Bernoulli** pois esta última é baseada em um fluido ideal e portanto não considera perdas.

$$h_1 \rho g + P_{d1} + P_{e1} = h_2 \rho g + P_{d2} + P_{e2} + DP_{\text{perda de carga (1-2)}}$$

Onde:

$h$  = Alturas em relação ao nível de referência (potencial gravitacional)

$P_d$  = Pressão dinâmica (cinética).

$P_e$  = Pressão estática (potencial de pressão)

$DP$  = perda de pressão entre os dois pontos.

$\rho$  = Massa específica (densidade).

A diferença de potencial gravitacional é zero pois ambos os pontos estão à uma mesma altura a energia cinética em 1 é desprezível pois a velocidade no gabinete é muito baixa, então temos:

$$h_1 = h_2 = 0$$

$$P_{d1} = 0$$

A equação fica então:

$$P_{e1} - P_{e2} = P_{d2} + DP_{\text{perda de carga (1-2)}}$$

Mas:  $DP_{\text{perda de carga (1-2)}} = C P_{d2}$  - "Smacna HVAC Systems duct design. Pg. 14.42 fig C".

Através de dispositivos de tomada de pressão no gabinete conseguimos ler a pressão estática em 1 ( $P_{e1}$ ), e na garganta do bocal, conseguimos ler a pressão estática em 2 ( $P_{e2}$ )

$$P_{e1} - P_{e2} = \Delta P_{e1-2}$$

$$\Delta P_{e1-2} = P_{d2} + C P_{d2}$$

$$\Delta P_{e1-2} = (1 + C) P_{d2}$$

A pressão dinâmica é dada por:  $P_d = v^2 \rho / 2$  "pg 14.58 tab 14.27"  
 $v$  = velocidade do ar

Então:

$$P_{d2} = v_2^2 \rho / 2$$

$$\Delta P_{e1-2} = (1+C) v_2^2 \rho / 2$$

$$v_2 = \sqrt{(\Delta P_{e1-2} \cdot 2) / (1+C) \rho}$$

$$v_2 = K \sqrt{\Delta P_{e1-2} / \rho}$$

$$K = \sqrt{2 / (1+C)}$$

Vazão de ar (Q):

$$Q_2 = v_2 \times A_2$$

$$Q_2 = K A_2 \sqrt{\Delta P_{e\ 1-2} / \rho}$$

$$Q_2 = K_4 \sqrt{\Delta P_{e\ 1-2} / \rho}$$

EQUAÇÃO DO BOCAL DO VENTILADOR (EBV)- **SIMVA-2B**

Onde:

Q = vazão de ar

$K_4 = K A_2$  - constante que inclui, a área 2 ( $A_2$ ); Fator de forma C (perda de carga); Raiz quadrada de 2 e conversão de unidade.

$\rho$  = (rô) Massa específica do ar no ponto de medição. (kg/m<sup>3</sup>)

$\Delta P_{e\ 1-2}$  = Diferencial de Pressão entre os pontos 1 a 2 (Pa)

C = Constante de perda de carga do bocal.

K = constante intermediária.

Embora seja possível calcular algebricamente o valor do  $K_4$ , a obtenção empírica deste valor se torna mais confiável. Para tanto, foi então montada uma bancada onde seria possível medir a vazão de ar do ventilador e o diferencial de pressão  $\Delta P_{1-2}$ .

O valor do  $K_4$  será então:

$$K_4 = Q_2 / \sqrt{\Delta P_{e\ 1-2} / \rho}$$

## 2) SEQÜÊNCIA PARA DETERMINAÇÃO DA EBV DO SIMVA 2B:

- Instalação de tomadas de pressão no gabinete e no bocal.
- Instalação de dutos na descarga do ventilador, para possibilitar a medição de vazão com tubo de Pitot, conforme norma AMCA 203-90-90 "Field Performance Measurement of Fan System" com um damper no final para ajuste de vazão.
- Medir as características físicas do duto de medição, placa perfurada e dimensões do ventilador etc..
- Para cada um dos ventiladores proceder as seguintes leituras em duas vazões diferentes ajustadas no damper :
  - Medir a corrente elétrica.
  - Medir as pressões diferenciais do bocal do ventilador.
  - Medir a vazão de ar do ventilador .
  - Medir a pressão diferencial entre entrada e saída do ventilador.
- Efetuar os cálculos estatísticos para obtenção dos valores das constantes.
- Elaborar relatório técnico com os valores obtidos

### 3) CONCLUSÕES:

Utilizando a equação **EBV**, e sabendo-se o modelo do ventilador, pode-se calcular a vazão em volume do ar que passa pelo ventilador nas condições de temperatura e pressão da entrada do mesmo.

A vazão em volume de ar da AHU poderá ser diferente pois a massa específica do ar muda com a mudança da temperatura, umidade relativa e pressão.

Recomenda-se calcular a vazão em massa do ar, que é constante em quaisquer pontos da AHU.

Para cálculo da vazão em volume do ar, utilizar a massa específica do ponto.

Em algumas aplicações específicas, se torna necessário controlar a vazão em massa no lugar da vazão em volume do AHU. Neste caso, a informação da vazão em massa poderá ser medida pelo SIMVA-2B em conjunto com as informações de temperatura, umidade relativa, pressão atmosférica, em um programa ("software) utilizando um algoritmo para o cálculo da massa específica.

Esta informação poderá ser utilizada para emitir sinais de controle em um sistema de controle microprocessado para um variador de frequência ou damper motorizado.

### 4) APLICAÇÃO:

O **SIMVA 2B**, pode ser utilizado em qualquer ventilador centrífugo de dupla ou simples aspiração sem duto na entrada. É o caso de condicionadores de ar (AHUs) e ventiladores montados dentro de gabinetes.

Poderá ser adquirido, \*opcionalmente, com um transmissor de pressão, vazão ou ainda com um manômetro analógico (Magnehelic) com uma escala quadrática que informará diretamente a vazão instantânea do bocal. Esta informação estará disponível 24 hs. por dia, ou poderão ser enviadas para um sistema de automação, facilitando e proporcionando:

- a) Melhor utilização da vida útil dos filtros (grosso, fino e absoluto),
- b) Monitoração da necessidade real de substituição dos filtros,
- c) Monitoração do número de trocas de ar,
- d) Monitoração da pressurização em cascata entre as salas
- e) Substancial economia de energia elétrica.

- Ver folheto de Opcionais