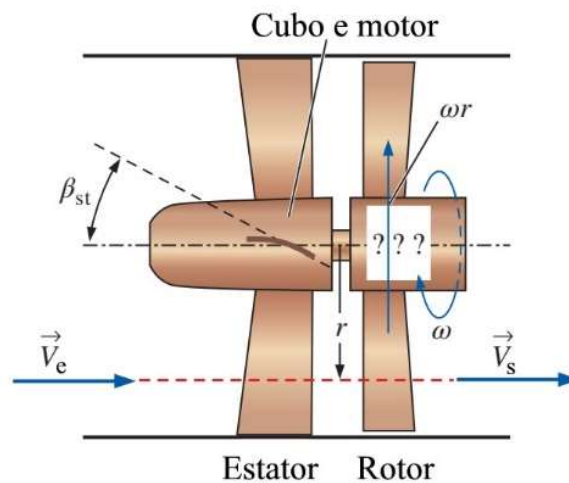


MEC070 – MÁQUINAS DE FLUXO

Lista de Exercícios 03

1. A maior turbina eólica Darrieus conhecida, de eixo vertical, foi construída pelo DOE (Departamento de Energia dos Estados Unidos) perto de Sandia, no Novo México. Essa máquina tem altura de 18 m e raio de 5 m; a área varrida pelo rotor é por volta de 110 m^2 . Se o rotor for constrangido a rodar a 78 rpm, trace a potência em kW que esta turbina eólica pode produzir para velocidades do vento entre 3 m/s e 26 m/s.
2. A potência no eixo de um ventilador é 20 kW. A área transversal do duto de entrada é $1,2 \text{ m}^2$. Na entrada do ventilador há um vácuo de 2,8 mbar. O duto de saída é $0,4 \text{ m}^2$ e a pressão estática na saída do ventilador é de 7,2 mbar. A vazão do ventilador é $545 \text{ m}^3/\text{min}$. A densidade do ar é assumida como $\rho = 1,29 \text{ kg/m}^3$. Calcular:
 - a) Pressão total produzida pelo ventilador;
 - b) Potência comunicada ao ar pelo ventilador;
 - c) Rendimento total do ventilador.
3. Vento ($\rho = 1,29 \text{ kg/m}^3$) sopra através de uma turbina eólica de eixo horizontal (TEEH). A turbina tem um diâmetro de 55 m. A eficiência combinada da transmissão e gerador é de 85%.
 - (a) Para um coeficiente de potência realista de 40%, estime a potência elétrica produzida quando o vento sopra com velocidade de 8,2 m/s. (b) Repita os cálculos usando o limite de Betz assumindo o mesmo conjunto transmissão-gerador e compare com o resultado anterior.
4. Um ventilador aspira ar de um quarto grande a uma temperatura de $35 \text{ }^\circ\text{C}$ e a uma pressão de 725 Torr. O ar é conduzido através de um duto retangular de $0,28 \text{ m}^2$. Na saída do ventilador um manômetro de água marca uma pressão equivalente de 78 mm c.a. e um tubo de Prandtl marca uma pressão equivalente de 98 mm c.a. Calcular:
 - a) A pressão real estática, dinâmica e total do ventilador;
 - b) A velocidade do ar no duto de saída;
 - c) Vazão de ar proporcionado pelo ventilador e potência fornecida pelo ventilador ao ar.
5. Um ventilador de ventilação de uma mina, operando a 495 rpm, fornece $600 \text{ m}^3/\text{s}$ de ar ao nível do mar com uma elevação de pressão de 1.200 Pa. Esse ventilador é axial, centrífugo ou misto? Calcule seu diâmetro em metros. Se a vazão for aumentada em 70% para o mesmo diâmetro, qual será o percentual de variação na pressão?

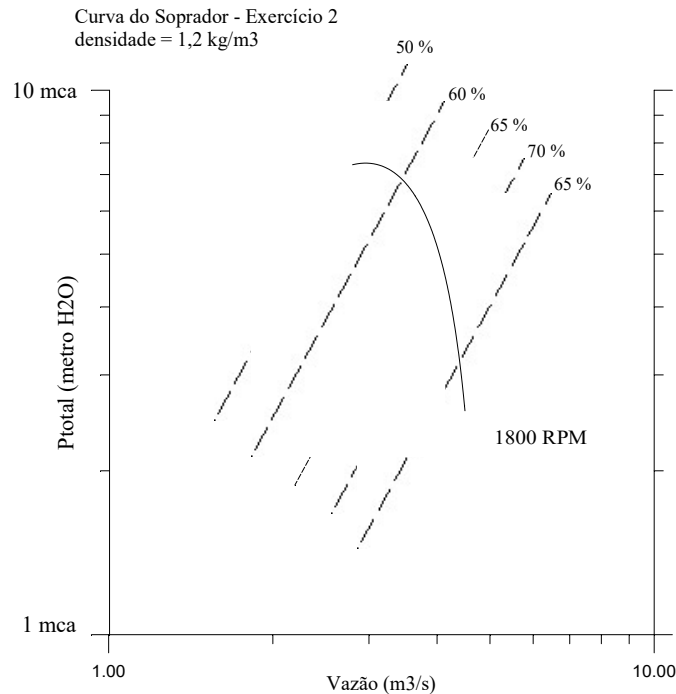
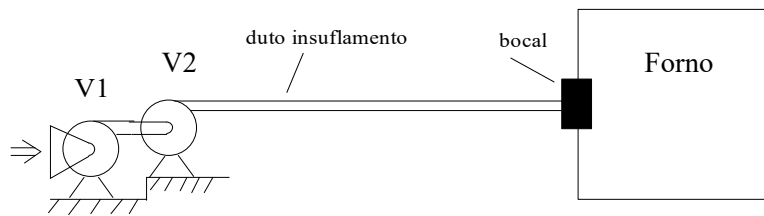
6. Um ventilador de escoamento axial e palhetas fixas de estator está sendo projetado com as palhetas do estator a montante das pás do rotor (Figura). Para reduzir as despesas, as pás do estator e do rotor devem ser feitas de chapa metálica. As palhetas do estator são um arco circular simples com seu bordo de ataque alinhado axialmente e seu bordo de fuga com um ângulo $\beta_{st} = 28,6^\circ$ em relação ao eixo, como mostra a Figura. (A notação de subscrito indica o bordo de fuga do estator) Existem 18 palhetas no estator. Nas condições de projeto, a velocidade de escoamento axial através das pás é $32,8 \text{ m/s}$ e o rotor gira a 2200 rpm . Em um raio de $0,40 \text{ m}$, calcule os ângulos dos bordos de ataque e fuga das pás do rotor e represente a forma da pá. Quantas pás o rotor deve ter?



7. Em um sistema de insuflamento de ar de um forno, dois ventiladores (sopradores) semelhantes estão instalados em série, conforme mostra o esquema abaixo. Para a queima do combustível, são necessários $4 \text{ m}^3/\text{s}$ de ar, sendo que o forno está à pressão atmosférica local, que é igual à padrão ($\approx 101,325 \text{ kPa}$). A perda de carga no duto de insuflamento e no bocal de combustão é de $0,625 Q^2$ (m.c.a), para a vazão dada em (m^3/s). A curva característica destes ventiladores é a da figura abaixo, para a densidade padrão de $1,2 \text{ kg}/\text{m}^3$ e rotação de 1800 RPM . Entretanto somente o ventilador V_1 opera a 1800 RPM .

Determinar:

- O ponto de operação do ventilador V_1 (pressão total, vazão volumétrica, eficiência e potência);
- O ponto de operação do ventilador V_2 (pressão total, vazão volumétrica, eficiência e potência), lembrando que o ventilador V_2 trabalha com ar comprimido pelo primeiro (assuma compressão adiabática, sendo $p/\rho^k = \text{Constante}$, e $k = 1,4$);
- A rotação de trabalho do ventilador V_2 ;
- A eficiência média deste sistema de ventilação.



8. Um sistema de ventilação foi projetado para insuflar ar em três salas, que estão à pressão atmosférica. Os dutos são constituídos de um ramal principal e derivações, conforme mostra o esquema abaixo. As perdas de carga no ramal e derivações podem ser calculadas, com os "dampers" totalmente abertos, pelas equações a seguir.

Ramal: $Z_i = 1,0 Q_i^2$ mm c.a. (milímetro de H₂O).

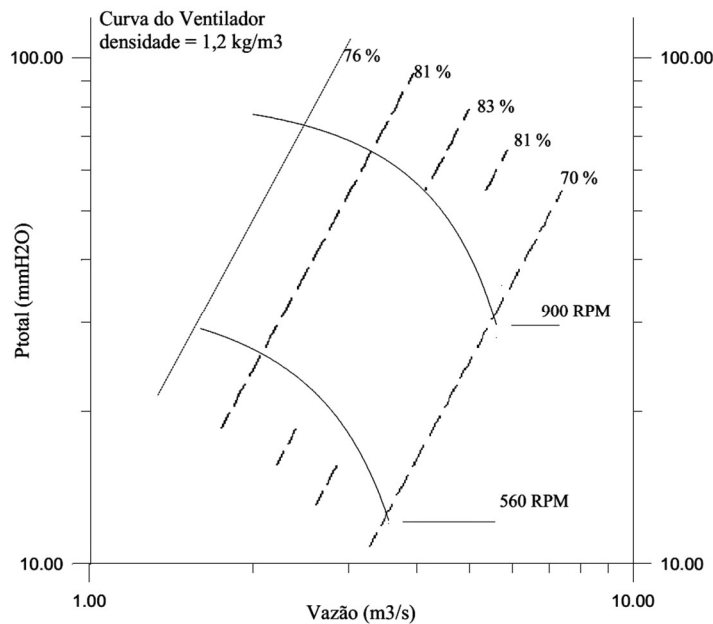
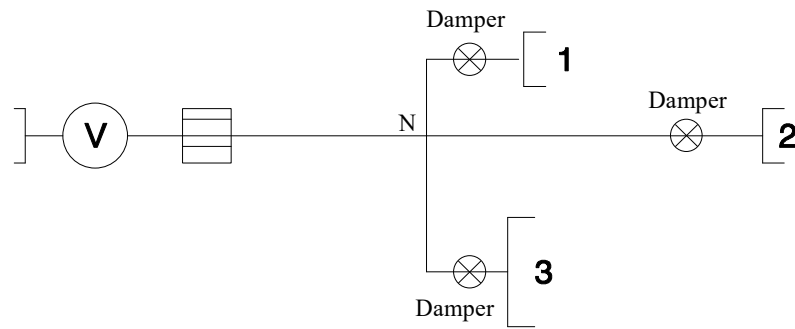
Derivação 1: $Z_1 = 2,5 Q_1^2$ mm c.a.

Derivação 2: $Z_2 = 4,5 Q_2^2$ mm c.a.

Derivação 3: $Z_3 = 2,5 Q_3^2$ mm c.a. quando $Q = (\text{m}^3/\text{s})$.

As vazões para as salas 1, 2 e 3 devem ser fixadas, respectivamente, em 1,5 m³/s, 2,0 m³/s e 4,0 m³/s. O local de instalação do sistema de ventilação tem uma densidade média do ar de 1,2 kg/m³ (ar padrão) e a curva característica do ventilador que deve ser instalado, fornecida para a condição padrão de 1,2 kg/m³, está dada abaixo. Determinar:

- O ponto de operação do ventilador na condição de trabalho (pressão total, vazão e potência);
- A perda de carga que se deve impor a cada "damper", após o balanceamento do sistema;
- A rotação de trabalho do ventilador.



9. Ar entra no rotor de um compressor centrífugo com uma velocidade axial absoluta de 100 m/s. O ângulo da velocidade relativa do ar que sai do rotor é $26^{\circ}36'$ medido em relação à direção radial. O componente radial da velocidade é 120 m/s e a velocidade periférica na saída do rotor é 500 m/s. Determine a potência necessária para acionar o compressor quando a vazão de ar é 2,5 kg/s e a eficiência mecânica 95%. Se a razão de raios do olho do compressor é 0,3; calcule um diâmetro de entrada adequado assumindo que o fluxo de entrada é incompressível. Determine a razão global de pressão total do compressor quando a eficiência total é de 80%, assumindo que a velocidade na saída do difusor é desprezível.
10. Um compressor está sendo projetado para condições de entrada de 1 atm. e 25 °C. Para economizar a potência requerida, ele está sendo testado com um estrangulador no duto de entrada para reduzir a pressão de entrada. A curva característica para sua velocidade normal de projeto de 3200 rpm está sendo levantada em um dia em que a temperatura ambiente é 14,5 °C. A que velocidade o compressor poderia girar? No ponto da curva característica na qual a vazão mássica seria 58 kg/s, a pressão de entrada é 55,2 kPa. Calcule a vazão mássica real durante o teste.