

# MEC070 – MÁQUINAS DE FLUXO

## PROVA 01: QUESTÃO - SIMULAÇÃO NUMÉRICA

**Data:** 16/12/2024

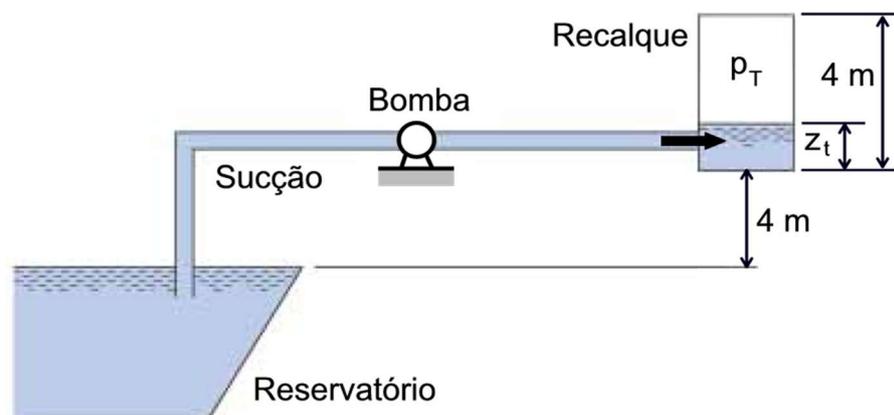
**Entregue:** Versão eletrônica, script, resultados e discussão, conclusões.

**Grupo 01** – Escreva um programa de computador para o problema detalhado a seguir. A rotação específica adimensional de uma bomba centrífuga é 0,07. A altura de carga estática é 35 m. A vazão volumétrica varia desde 790 gpm até 1.585 gpm. O diâmetro das tubulações na entrada e na descarga da bomba é 15 cm. O coeficiente de atrito dessas tubulações é 0,04. O comprimento total (tubulação na sucção + tubulação na descarga) é 75 m. Perdas adicionais são iguais a 5 vezes a altura de carga dinâmica na tubulação. As aletas são curvadas para frente com um ângulo de 140°. A altura da aresta na saída do rotor é 1/10 do diâmetro do rotor. Há um 8% de redução na área do escoamento do fluido de trabalho devido à espessura das pás. A eficiência manométrica é 75%. A entrada do fluido no rotor é radial. Determine o diâmetro na aresta de saída do impulsor. Em função da variação das perdas adicionais que dependem da altura de carga dinâmica na tubulação (2, 4, 6, 8, 10, 15, 20 vezes), como dado de saída faça um gráfico Diâmetro na saída do impulsor vs Perdas adicionais.

**Grupo 02** – Uma bomba é utilizada para pressurizar um tanque até 300 kPa(abs). O tanque tem um diâmetro de 2 m e uma altura de 4m. O tanque tem um nível inicial de água de 1 m e a pressão na superfície da água é de 0 kPa(manométrica). A pressão atmosférica é 100 kPa. A bomba desenvolve uma altura de carga constante de 50 m. A água é fornecida à bomba desde um reservatório localizado a 4 m abaixo do fundo do tanque. A tubulação que conecta o reservatório ao tanque é de 4 cm de diâmetro, e a perda de carga, incluindo a perda de expansão no tanque, é  $(10V^2)/2g$ . O escoamento é turbulento. Considerando que a compressão do ar no tanque ocorre isotermicamente, podemos escrever que a pressão do tanque é dada por:

$$p_T = \left( \frac{3}{4 - z_t} \right) p_0$$

onde,  $z_t$  é a altura do fluido no tanque em metros. Escreva um programa de computador que mostre como a pressão varia no tanque com o tempo, e encontre o tempo necessário para pressurizar o tanque a 300 kPa(abs).



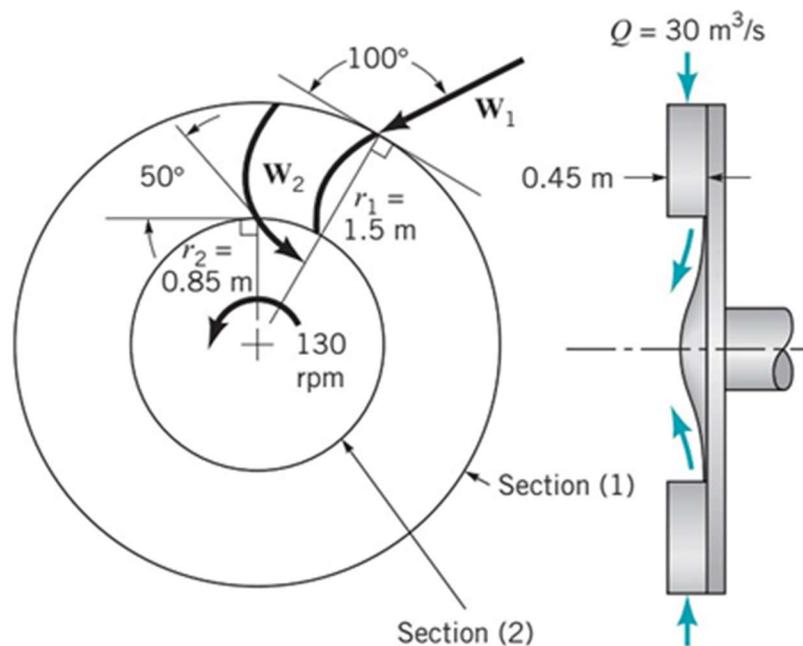
**Grupo 03** – Escreva um código computacional que resolva o problema detalhado a seguir. O impulsor de uma bomba centrífuga tem um diâmetro de 0,95 m; gira desde 3,0 cps até 7,0 cps; área periférica na saída de 0,75 m<sup>2</sup>; ângulo da aleta no bordo de fuga de 40° e uma razão de diâmetros externo/interno de 2:1. Conhecendo que o fluido de trabalho é água a 295 K e 1 atm de pressão. Calcule:

- A eficiência hidráulica;
- A potência útil em hp;
- A rotação mínima para elevar o fluido de trabalho (água) através de uma altura de carga de 7,5 m. Para essa altura de carga a bomba centrífuga tem uma capacidade de  $24,568 \times 10^3$  gpm.

Como dado de saída faça os gráficos: Eficiência hidráulica vs Rotação da bomba, Potência útil vs Rotação da bomba.

**Grupo 04** – Escreva um código computacional que resolva o problema mostrado a seguir. A Figura mostra o esboço simplificado do rotor de uma turbina hidráulica. Água entra na seção (1) (área de seção transversal cilíndrica  $A_1$  em  $r_1 = 1,5$  m) em um ângulo de 100° em relação à direção tangencial e sai na seção (2) (área de seção transversal cilíndrica  $A_2$  em  $r_2 = 0,85$  m) em um ângulo de 50° em relação à direção tangencial. A altura das pás na aresta de entrada e saída do rotor é 0,45 m. A vazão volumétrica através da turbina é 30 m<sup>3</sup>/s. O rotor gira desde 130 cpm até 170 cpm (usar 8 diversos valores de rotação) na direção mostrada. Como dados de saída trace os gráficos:

- As magnitudes do triângulo de velocidades na entrada do rotor vs rotação.
- As magnitudes do triângulo de velocidades na saída do rotor vs rotação.
- A potência disponível no eixo da turbina vs rotação.



**Grupo 05** – Uma turbina hidráulica com escoamento radial de Francis está sendo projetada com as seguintes dimensões:  $r_2 = 2,00$  m,  $r_1 = 1,42$  m,  $b_2 = 0,73$  m e  $b_1 = 2,20$  m. O rotor gira a 180 cpm. As aletas guias giram o escoamento com o ângulo  $\alpha_2 = 30^\circ$  da direção radial na entrada do rotor, e o escoamento na saída do rotor muda com a variação do ângulo  $\alpha_1$ . O ângulo de saída do rotor  $\alpha_1$  varia de  $-20^\circ$  a  $20^\circ$  em incrementos de  $1^\circ$  em relação à direção radial. A vazão a condições de projeto é de  $5,39 \times 10^6$  gpm e a carga bruta fornecida pela represa é  $H_{bruta} = 90,00$  m. Para o projeto preliminar, as perdas irreversíveis são desprezadas. Desenvolva um programa de computador que permita:

- Calcular os ângulos das pás do rotor de entrada e saída  $\beta_2$  e  $\beta_1$ , respectivamente. Representar graficamente  $\beta_2$  vs  $\alpha_1$  e  $\beta_1$  vs  $\alpha_1$ .
- Investigar o efeito do ângulo de saída do rotor  $\alpha_1$  sobre a carga líquida necessária (m). Representar graficamente  $H_{líquida}$  vs  $\alpha_1$ .
- Investigar o efeito do ângulo de saída do rotor  $\alpha_1$  sobre a potência de saída (MW). Representar graficamente  $\dot{W}_e$  vs  $\alpha_1$ .
- Determinar o valor mínimo possível de  $\alpha_1$  de forma que o escoamento não viole as leis da termodinâmica.

