

# MEC070 – MÁQUINAS DE FLUXO

## PROVA 02: QUESTÃO - SIMULAÇÃO NUMÉRICA

Data: 08/12/2025

Entregar: Versão eletrônica, script (arquivo fonte), relatório técnico incluindo: introdução, metodologia, resultados e discussão, conclusões e referências bibliográficas.

- Grupo 01** – Escreva um código computacional que resolva o problema mostrado a seguir. Propõe-se utilizar uma bomba de 13 in e outra de 12 in (ver Figura 1), em paralelo para fornecer água a 30 °C. A curva da  $H_{\text{sistema}}$  pode ser determinada a partir dos parâmetros de vazão e carga do sistema, apresentados na Tabela 1. Utilizando o método analítico, determine:
- Para o sistema de bombeamento, a altura de carga e a vazão, se ambas as bombas giram com uma rotação variável de 2.200 rpm a 1.800 rpm (resposta no S.I.:  $H_s = m$  e  $Q_s = m^3/s$ ). Trace as curvas  $H_s$  vs Rotação (rpm) e  $C_H$  vs  $C_Q$ ;
  - Se a rotação da bomba de 12 in for reduzida abaixo de 1800 rpm, em qual rotação ela interromperá o fornecimento. Trace o gráfico Rotação<sub>B1</sub> vs Rotação<sub>B2</sub>.

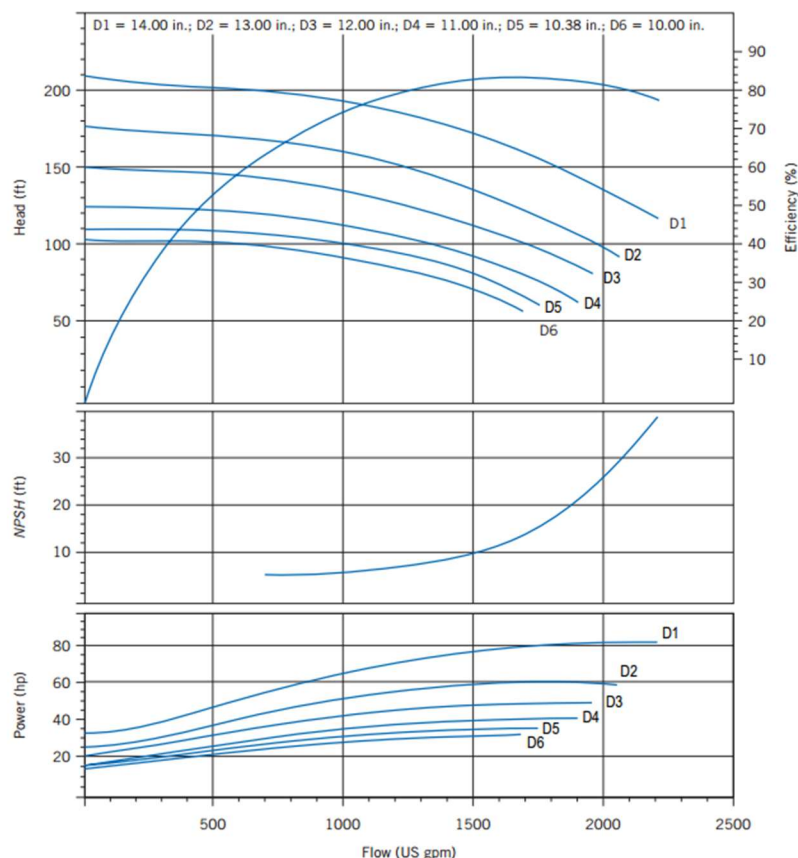


Figura 1. Curvas de desempenho para bomba centrífuga.

Tabela 1. Parâmetros de carga e vazão requeridos pelo sistema.

Vazão (gpm)	600	900	1100	1360	1500	1700
Carga (ft)	62	83	102	132	150	180

**Grupo 02** – Escreva um programa de computador para o problema detalhado a seguir. Uma pequena turbina de ação aciona um gerador elétrico ligado ao Sistema Interligado Nacional (rede de 60 Hz). A altura de queda é 350m e a descarga é 634 US gpm. Assuma um coeficiente de velocidade de 0,96 e uma eficiência da turbina variando de 70% a 95%. Adicionalmente, considere que a frequência da rede está relacionada com a rotação do grupo turbogerador e com o número de pares de polos do gerador elétrico. Determinar:

- a) O diâmetro primitivo do rotor (em mm). Trace um gráfico  $D_{\text{rotor}} \text{ vs } \eta_t$ ;
- b) A rotação da turbina (em rpm). Trace um gráfico  $\text{Rotação}_{\text{turbina}} \text{ vs } \eta_t$ .

Sugestão:

Para verificar que a escolha do diâmetro primitivo e a rotação foram bem calculados, é importante lembrar da relação entre o diâmetro primitivo com relação ao diâmetro da área transversal do jato d'água e o  $N_{sp}$ .

**Grupo 03** – Escreva um código computacional que resolva o problema detalhado a seguir. Uma central hidrelétrica de represamento possui em média, o nível d'água de montante que varia na altitude de 950 m a 600 m e o mínimo de jusante 500 m. A água está a uma temperatura de 28°C. Sendo o comprimento equivalente do conduto forçado em chapas de aço soldado de 250 m com diâmetro interno de 2,0 m e a turbina hidráulica de eixo horizontal instalada a 2,5 m do nível de jusante, com velocidade na saída do tubo de sucção de 2,5 m/s. Sabendo que a perda de carga do sistema de admissão é 1,5 m, pede-se determinar:

- a) Um esquema da instalação;
- b) A vazão de escoamento. Trace um gráfico  $H_b \text{ vs } Q$ ;
- c) A queda bruta e disponível. Trace um gráfico  $\eta_t \text{ vs } H_b$  e  $\eta_t \text{ vs } H$ ;
- d) A potência hidráulica da turbina. Trace um gráfico  $\dot{W}_h \text{ vs } H$ ;
- e) A potência de eixo, sabendo-se que o rendimento total da turbina é 82%. Trace um gráfico  $\dot{W}_e \text{ vs } H$ ;
- f) O diâmetro da saída do tubo de sucção. Trace um gráfico  $D_{ts} \text{ vs } H_b$ .

**Grupo 04** – Desenvolva um programa de computador que empregue as leis de semelhança para criar uma nova turbina que seja dinamicamente similar a uma turbina hidráulica dada. As entradas da turbina dada são: diâmetro do rotor  $33 \frac{7}{8}$  in, carga líquida mudando desde 20 m até 120 m, capacidade inicial de 1,15 gpm, densidade do fluido de trabalho água a 27 °C, eficiência da turbina 83%, rotação mudando desde 250 rpm até 180 rpm e potência no eixo de 10 MW. Aplique o programa de computador que desenvolveu para:

- a) Calcular o diâmetro da nova turbina (em mm). Trace um gráfico  $D_{\text{rotor B}} \text{ vs } D_{\text{rotor A}}$ ;
- b) Calcular a capacidade da nova turbina (em m<sup>3</sup>/s). Trace um gráfico  $H \text{ vs } Q$ ;
- c) Calcular a variação da potência da turbina. Trace um gráfico  $\dot{W} \text{ vs } Q$ ;
- d) Calcule também a velocidade específica da turbina. Qual é o tipo mais provável dessa turbina?

**Grupo 05** – Escreva um código computacional que resolva o problema mostrado a seguir. Dois reservatórios A e B estão conectados através de uma longa tubulação. A perda de carga do deslocamento do fluido de trabalho (água) nessa tubulação pode ser expressa por  $h_L = 30Q^2$ , onde  $h_L$  está em ft e  $Q$  em  $10^2$  gpm. O sistema formado pelos dois reservatórios e os acessórios pode ser considerado como um sistema simples por gravidade com um desnível de 30 ft. Duas bombas idênticas são disponibilizadas para transportar o fluido desde A até B. A curva característica de operação a 1700 rpm de uma das bombas está dada na Tabela 1. No ponto de máximo rendimento a bomba desenvolve uma vazão volumétrica de 145 gpm e uma altura de elevação de 85 ft. Utilizando a metodologia analítica, determine:

- A velocidade específica  $N_s$  de uma das bombas. Dado de saída do programa;
- O ponto de operação de uma bomba individual a 1700 rpm para atender os requerimentos do sistema. Trace as curvas  $H_s$  vs  $Q_s$  e  $H_B$  vs  $Q_B$  no mesmo gráfico;
- O ponto de operação de 2 bombas em série a 1700 rpm para atender os requerimentos do sistema. Trace as curvas  $H_s$  vs  $Q_s$ ,  $H_{B1}$  vs  $Q_{B1}$  e  $H_{B2}$  vs  $Q_{B2}$  no mesmo gráfico;
- O ponto de operação de 2 bombas em paralelo a 1700 rpm para atender os requerimentos do sistema. Trace as curvas  $H_s$  vs  $Q_s$ ,  $H_{B1}$  vs  $Q_{B1}$  e  $H_{B2}$  vs  $Q_{B2}$  no mesmo gráfico.

Tabela 1. Parâmetros de carga e vazão desenvolvidos por uma bomba.

Vazão (gpm)	0	110	180	250	300	340
Carga (ft)	100	90	80	60	40	20

**Grupo 06** – Escreva um código computacional que resolva o problema mostrado a seguir. Uma bomba transfere água desde um reservatório aberto através de um tubo horizontal liso de  $2\frac{1}{4}$  in de diâmetro e comprimento de 756 ft, como mostrado na Figura. Sendo a temperatura d'água de 106 °F e descarregada na atmosfera a uma velocidade de 9,84 fps. Assuma uma pressão barométrica padrão para uma altitude de Juiz de Fora de 678 m. Na seção de tubulação que conecta o reservatório à bomba, as perdas são de 0,25 m. A eficiência total da bomba varia desde 70% a 90%. Calcular:

- A potência consumida no eixo da bomba (kW). Plotar o gráfico  $\dot{W}_e$  vs  $\eta_b$ ;
- A NPSH disponível na seção de entrada da bomba (m). Plotar o gráfico  $NPSH_d$  vs  $\eta_b$ .

