

Folhas de resolução de problemas



Na folha indicar a data, os nomes dos participantes e o número USP.

Problema 2.14.34



Obter os adimensionais para uma hélice de embarcação onde as variáveis dependentes são o empuxo (força), torque e potência. Utilizar relações de proporcionalidade para a solução desejada.

Problema 2.14.34 - Solução



Hélices de embarcações são máquinas de fluxo axial e podem ser tratadas com as relações de proporcionalidade apresentadas no cap. 2.

$$V_i \propto u \quad u = \omega r \quad u \propto n D$$

Empuxo ou força
Eq. qte. de movimento

$$\sum_i \vec{F}_e = \int_{SC} \rho \vec{c} (\vec{c} \cdot \vec{n}) dS \quad F = E = \rho v^2 S$$

$$E \propto \rho (nD)^2 D^2$$

$$E \propto \rho n^2 D^4$$

Problema 2.14.34 - Solução



Potência

$$P_f = \rho g Q H \quad \pi_1 = \frac{gH}{n^2 D^2} \quad \pi_2 = \frac{Q}{n D^3}$$

$$P_f \propto \rho n^3 D^5$$

Torque

$$P_f = M_f \omega \quad M_f = \frac{\rho g Q H}{\omega} \quad \omega \propto n$$

$$M_f \propto \rho n^2 D^5$$



Um vendedor técnico especificou uma bomba hidráulica de fluxo para operar sob carga $H = 30,0$ m e vazão $Q = 3,5$ m³/h, acionada por um motor elétrico assíncrono trifásico de 2 (dois) polos, operando sob frequência de 60 Hz e com escorregamento de 3 %. Ao analisar a proposta, você a rejeitou, alegando desperdício de energia e sacrifício inútil do equipamento.

1. Fundamentar tecnicamente a sua decisão, se necessária calculando valores.
2. O que deve ser feito para que a bomba especificada opere adequadamente? De que forma isto pode ser conseguido na instalação?
3. Não sendo possível alterar a carga e a vazão de operação da máquina, qual deve ser a configuração física da nova bomba hidráulica de fluxo para operar o sistema?

Problema 2.14.38



4. Esquematizar a disposição dos rotores no eixo e indicar por setas o fluxo através deles. Desenhar o número exato de rotores.



Uma bomba-turbina opera como turbina e dela são conhecidos para o ponto ótimo $H = 155,0$ m; $Q = 159,5$ m³/s; $n = 200,0$ rpm. O diâmetro externo é $D_2 = 5,25$ m.

A figura 2.14.47 apresenta as curvas de uma bomba-turbina operando como turbina e cujo diâmetro é igual a 350,0 mm.

Admitir para a rotação específica uma incerteza de duas unidades se $n_q \geq 20$, e de uma unidade se $n_q \leq 20$.

1. Justificar tecnicamente a utilização da curva topográfica da fig. 2.14.47.
2. Mantida a carga constante, determinar o limite de vazão para cavitação inevitável da máquina.
3. Determinar as aberturas mínima e máxima das palhetas diretrizes do protótipo.

Problema 2.14.47



4. Considerando-se que o diâmetro do eixo do rotor do modelo seja 50,0 mm, o diâmetro do eixo do rotor do protótipo deve ser calculado pela relação de escala modelo/ protótipo? Por quê?

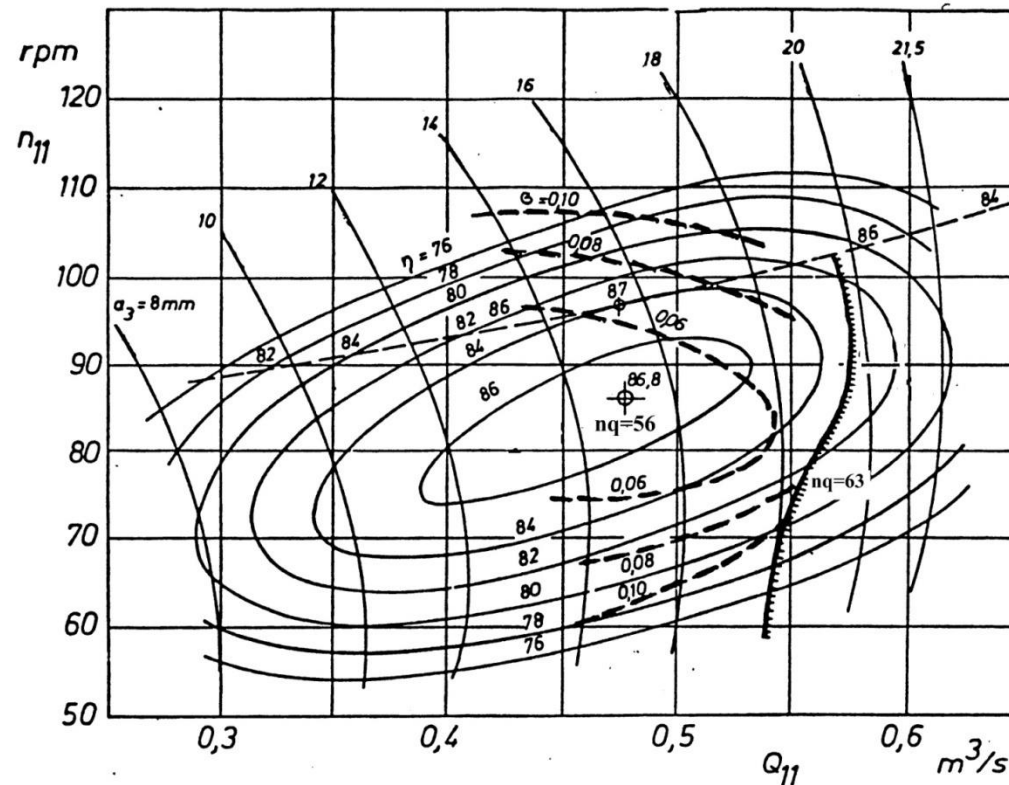


Figura 2.14.47

Problema 2.14.49



Os triângulos de velocidade nas faces de sucção e de pressão do rotor hidráulico da turbina da figura 2.14.49, para um determinado ponto de funcionamento, estão indicados de forma qualitativa nas figuras 2.14.49.1 a. e b.

1. Identificar claramente na figura 2.14.49 as faces de pressão e de sucção do rotor da turbina.
2. Justificar ser o triângulo de velocidades da figura 2.14.49.1 a. o triângulo da face de pressão do rotor.

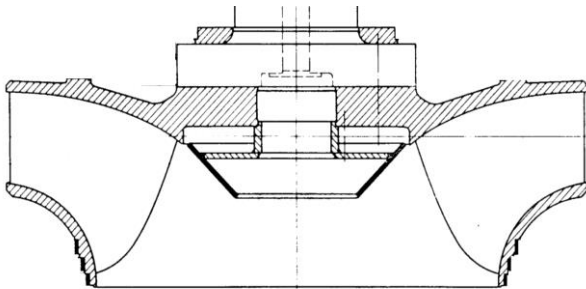
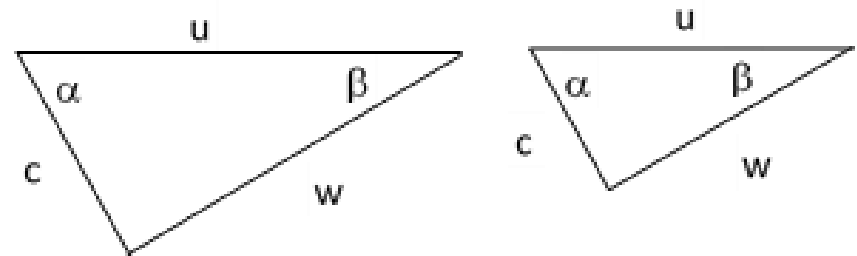


Figura 2.14.49



a. Figura 2.14.49.1 b.



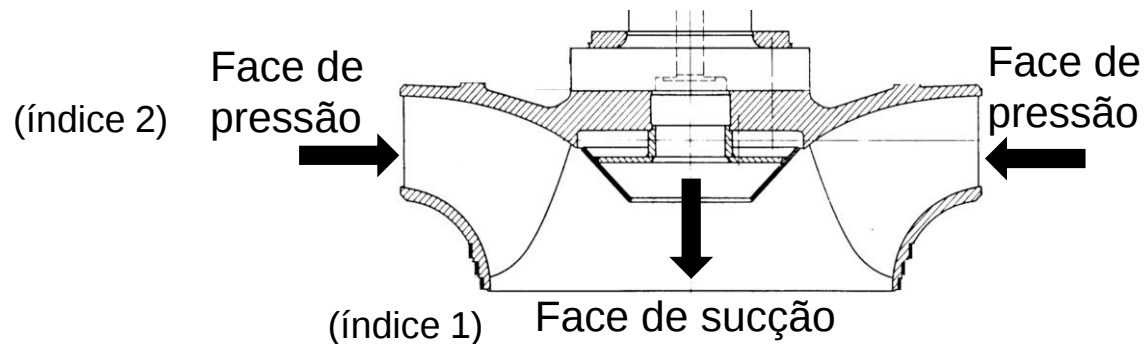
3. Comparar (maior, menor ou igual) o rendimento do ponto de funcionamento expresso pelos triângulos da figura 2.14.49 com o rendimento máximo da máquina. Para tanto se apoiar no triângulo de velocidades da face de sucção do rotor da figura 2.14.49 e na equação de Euler. Justificar a resposta.

Problema 2.14.49 - Solução



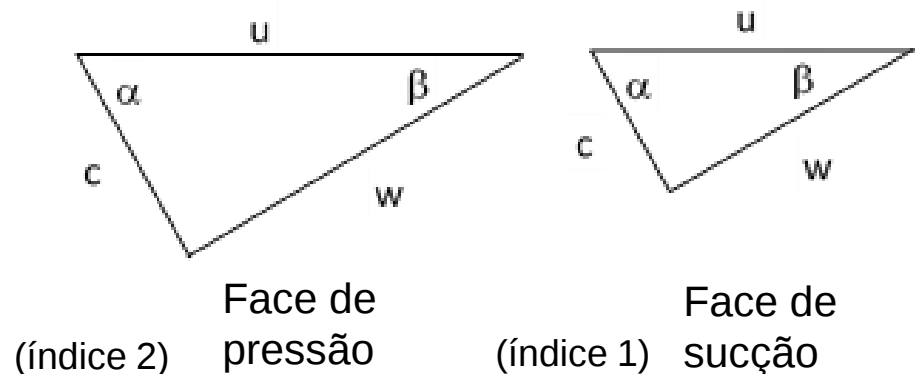
Face de pressão: entrada de turbina ou saída de bomba; maior nível de energia.

Face de sucção: saída de turbina ou entrada de bomba; menor nível de energia.



$$u = \omega R$$

u é maior onde R é maior,
na face de pressão



Problema 2.14.49 - Solução



No ponto de máximo rendimento, a mínima dissipação implica no máximo trabalho específico. Da equação de Euler temos que:

$$Y_{th} = u_2 c_{u2} - u_1 c_{u1}$$

Se $c_{u1} = 0$, Y_{th} será máximo.

Com isso, o ângulo α entre u_1 e c_1 deverá ser reto.

Como o ângulo α entre u_1 e c_1 é diferente de reto, o rendimento será menor que o máximo.

Obs. Índice 1 = Face de sucção