

Resumo de exercícios de bombas

Exercício 1

Considere uma bomba centrífuga cuja geometria e condições de escoamento são : Raio de entrada do rotor = 37,5 mm, raio de saída = 150 mm, largura do rotor = 12,7 mm, rotação de projeto = 1750 rpm, vazão de projeto = 4,25 l/s, ângulo de saída das pás = 60°, faixa de vazão requerida = 50 a 150% da vazão de projeto. Admita comportamento ideal da bomba. Determine as velocidades absolutas e relativas no rotor, a altura de carga e a potência teórica nas condições de projeto.

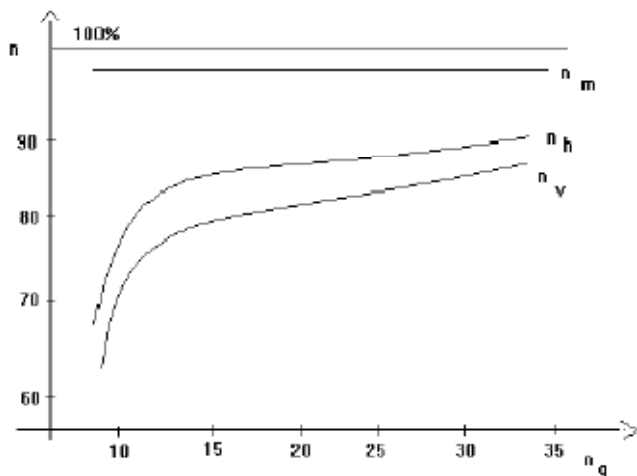
Exercício 2

Ao desmontar uma bomba centrífuga radial, você mede as seguintes dimensões no rotor:

$$D_1 = 64 \text{ mm} \quad b_1 = 12 \text{ mm} \quad \beta_1 = 17^\circ$$

$$D_2 = 212 \text{ mm} \quad b_2 = 10 \text{ mm} \quad \beta_2 = 21^\circ$$

Construa os triângulos de velocidade na entrada e saída do rotor, e calcule a vazão e a altura de elevação teóricas, para uma rotação de 1150 RPM. Baseado nas curvas de eficiência fornecidas a seguir, e no número de aletas ($z = 5$), estime a vazão e altura de elevação reais no ponto de projeto. Estime também sua potência de eixo.



Exercício 3

Uma bomba geometricamente semelhante à do exercício anterior tem o rotor com o diâmetro de entrada $D_1 = 200$ mm. Quando esta bomba semelhante (em escala ampliada) operar a 1750 RPM, quais serão:

- a vazão recalçada,
- a altura de elevação, e
- a potência de eixo?

Exercício 4

Num sistema de bombeamento de água é utilizada uma bomba centrífuga com as seguintes características. Diâmetro externo do rotor igual a 380mm; largura da pá na saída igual a 25mm. Rotação igual a 1200rpm e ângulo da pá na saída igual a 38°. Rendimento hidráulico igual a 80%. Considere fluido com entrada radial. O sistema trabalha com uma altura total estática de elevação igual a 36m e uma altura estática de aspiração igual a 4,0m. A tubulação de aspiração e recalque apresentam diâmetro interno de 150mm. A perda de carga na tubulação de aspiração é igual a 1,5m e no recalque igual a 7,0m. Determinar (a) Altura manométrica do sistema. (b) Altura teórica para número infinito de pás (c) A vazão que opera a bomba (d) A velocidade na tubulação (e) A altura total de aspiração e a altura total de recalque. (f) A pressão equivalente das alturas totais de aspiração e de recalque. Obs. Considere $k_{pfl}=1$.

Exercício 5

Um rotor de bomba centrífuga tem as seguintes características: Diâmetro do rotor na entrada 150mm, largura da pá na entrada 75mm ângulo da pá na entrada 20°. Diâmetro do rotor na saída 300mm, largura da pá na saída 50mm ângulo da pá na saída 25°. A bomba tem uma rotação de 1450 rpm. Determinar:

(a) A altura teórica para número infinito de pás e sua respectiva potência considerando que bomba trabalha com água com massa específica igual a 1000 kg/m^3 .

(b) Considerando que a bomba tem 7 pás determine a altura teórica para número finito de pás e sua respectiva potência.

Obs. Considere escoamento com entrada radial, isto é $\alpha_1=90^\circ$.

Exercício 6

Uma bomba centrífuga trabalha com água com uma vazão de $68,4 \text{ m}^3/\text{hora}$. O rotor de 320 mm gira a 1500 rpm e apresenta escoamento radial na entrada do rotor e pás radiais na saída.

(a) Determine potência teórica da bomba para número infinito de pás.

(b) Determine as condições de operação de uma bomba geometricamente semelhante com diâmetro de 380 mm e rotação de 1750 rpm .

Exercício 7

A bomba é utilizada para elevar água num sistema com altura estática de elevação igual a 15 m . A tubulação tem um comprimento de 2750 m . Considere que o fator de atrito na tubulação é igual a $f=0,02$.

Determine a curva do sistema.

Determine o ponto de funcionamento bomba-sistema considerando interseção das curvas.

Determine rendimento no ponto de funcionamento

Determine a potência da bomba para as condições do sistema.

Exercício 8

Uma bomba de um catálogo do fabricante opera a 1750 rpm e apresenta uma curva característica H-Q como mostrado na figura abaixo. Grafique a curva da bomba para uma rotação de 2000 rpm . Um sistema deve bombear água através de uma tubulação de 150 mm de diâmetro com 460 m de comprimento. Considere o coeficiente de atrito da tubulação igual a $0,025$. A altura estática de elevação é igual a 12 m considerando nulas todas as perdas dos acessórios. Determinar e a equação característica do sistema. Graficar a curva característica do sistema (com pelo menos 09 pontos) mostrando as condições de operação $[H(\text{m}), Q(\text{m}^3/\text{h})]$ na interseção com a curva de bomba quando trabalha com 1750 rpm .

Curva Característica da Bomba - 1750 rpm

$Q \text{ (m}^3/\text{s)}$	0	20	40	60	80	100	120	140	160
$H \text{ (m)}$	26,7	26,5	26,2	25,8	24,4	23	21,6	19	17

Exercício 9

De uma bomba se tem os seguintes dados

$Q \text{ m}^3/\text{h}$	50	100	150	200	250	275	300
$H \text{ m}$	53	50	47	42,5	36	32	27,5
$N_e \text{ CV}$	35	38	40,5	43	45,5	46,5	48

a) Calcular $N = N(Q)$ em kW y $\eta = \eta(Q)$. Estimar também a vazão Q de desenho.

Exercício 10

Tem duas bombas C e D determinar qual das duas iria proporcionar uma taxa de fluxo de 130 l / s, e uma carga de 20 m, com a máxima eficiência. Se nenhuma das duas atende aos requisitos que solução você forneceria ao respeito.

Bomba C				Bomba D			
Carga	Capacidade	Eficiência	Nu	Carga	Capacidade	Eficiência	Nu
ft	gpm			ft	gpm		
110	400	30		110	0		
100	1140	73		100	600	34	
90	1640	82		90	1440	78	
80	1980	83		80	1900	83	46.3
70	2200	79		70	2220	81	
60	2380	71		60	2460	75	
50	2520	60		50	2640	65	
40	2640	48		40	2800	55	

Exercício 11

Os parâmetros da bomba são: rotação 400rpm; vazão $1,7\text{m}^3/\text{s}$ e altura manométrica 36,5m e potência 720kW. Um modelo geometricamente semelhante com escala 1:6 desta bomba será testado. Se o modelo é testado com altura manométrica de 9,0m, determine a rotação e descarga que deverá funcionar assim como a potência requerida para o mesmo.

Exercício 12

Uma bomba com diâmetro de 75 mm opera com uma rotação de 3450rpm. A bomba fornece uma vazão de $60\text{m}^3/\text{h}$ e desenvolve uma altura manométrica de 20m requerendo uma potência de acionamento de 10 kW. Determinar a rotação, vazão e potência necessária para o acionamento de uma bomba semelhante com 100mm de diâmetro e deve operar com uma altura manométrica de 30m

Exercício 13

Num sistema de bombeamento com bomba afogada o manômetro instalado na saída da bomba indica uma pressão de $5,0\text{kgf}/\text{cm}^2$. Na entrada da bomba um instrumento indica uma pressão de $1,5\text{kgf}/\text{cm}^2$. Determinar a altura manométrica do sistema. Considere que os instrumentos estão numa mesma altura e que a pressão atmosférica é equivalente a 10,33mca.

Exercício 14

Numa propriedade agrícola se requer uma estação de irrigação captando 40 litros/s de água de um canal. A figura ao lado representa o esquema da instalação de bombeamento a ser utilizada. Considere que a água 20°C . Os diâmetros internos da tubulação de aspiração e de recalque são iguais a 175mm. Utilize uma tubulação de pvc com rugosidade absoluta igual a 0,015mm. Determinar a altura manométrica e potência de acionamento da bomba considerando um rendimento global de 75%.

aspiração: 1 válvula de pe, 1 cotovelo 90°
recalque: 1 cotovelo 90° , 1 válvula de retenção

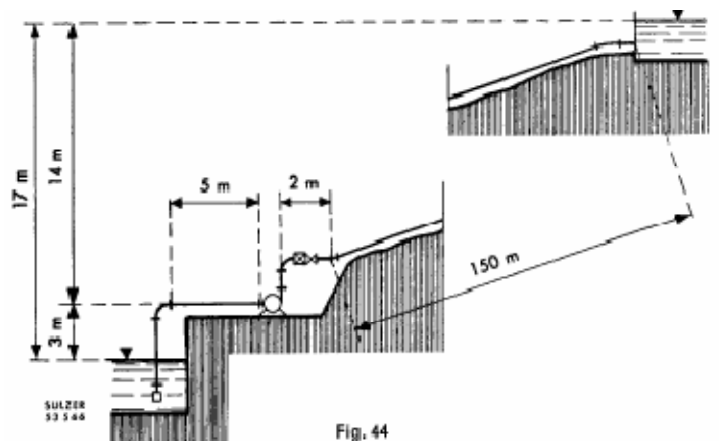


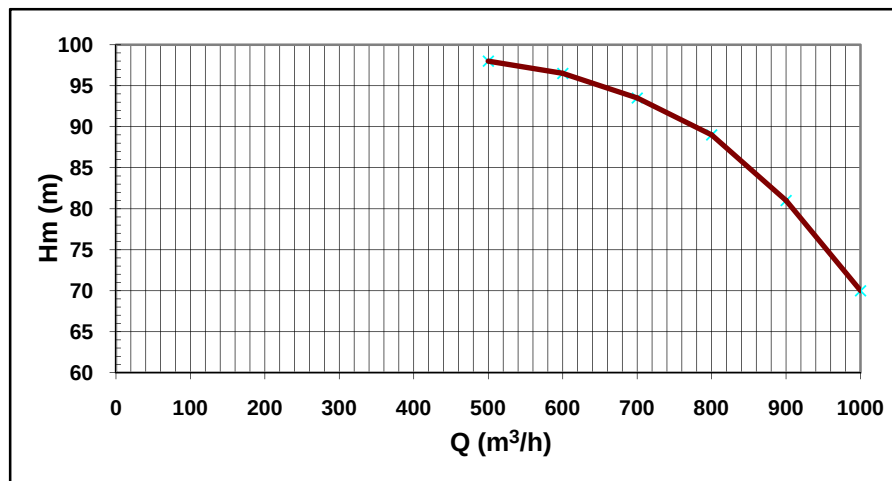
Fig. 44

Exercício 15

A figura mostra a curva característica de uma associação em paralelo de três bombas iguais. O sistema de bombeamento para o qual as bombas serão utilizadas tem as seguintes características: diâmetro da tubulação $D = 400 \text{ mm}$; fator de atrito $f = 0,018$; comprimento total (sucção mais recalque) $L = 2480 \text{ m}$ e altura geométrica $H_g = 70 \text{ m}$.

Nestas condições determinar:

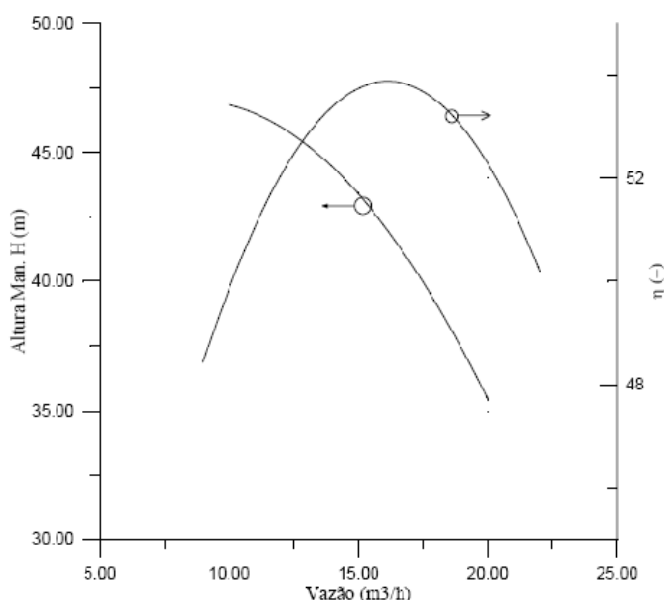
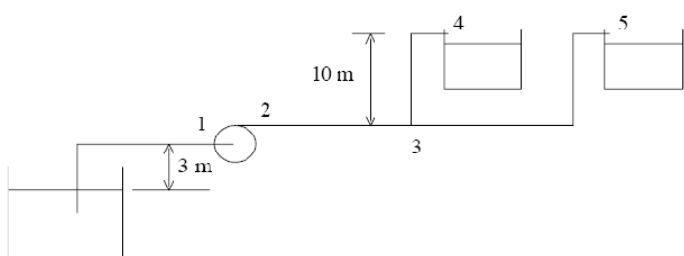
- O ponto de funcionamento da associação (Q_a, H_a)
- O ponto de trabalho de uma bomba na associação (Q_1, H_1)
- O ponto de funcionamento de uma única bomba funcionando (demais desligadas) (Q, H)



Exercício 16

Um sistema de bombeamento de água está configurado como mostra o esquema abaixo. Se a curva característica da bomba é dada, determinar o ponto de operação do sistema e a vazão para cada reservatório de recalque. As perdas de carga nos trechos que constituem o sistema são:

$J_s = 0.01 Q^2$, $J_{2-3} = 0.035 Q^2$, $J_{3-4} = 0.1 Q^2$, $J_{3-5} = 0.3 Q^2$,
se $J \equiv (\text{mca})$ e $Q \equiv (\text{m}^3/\text{h})$.



Exercício 17

No sistema de bombeamento do problema anterior, considere a instalação de duas bombas semelhantes em série (curva fornecida abaixo). Determine o novo ponto de operação do sistema e o ponto de operação de cada uma das bombas individualmente (H, Q, η , e N). Determine também a vazão para cada reservatório.

