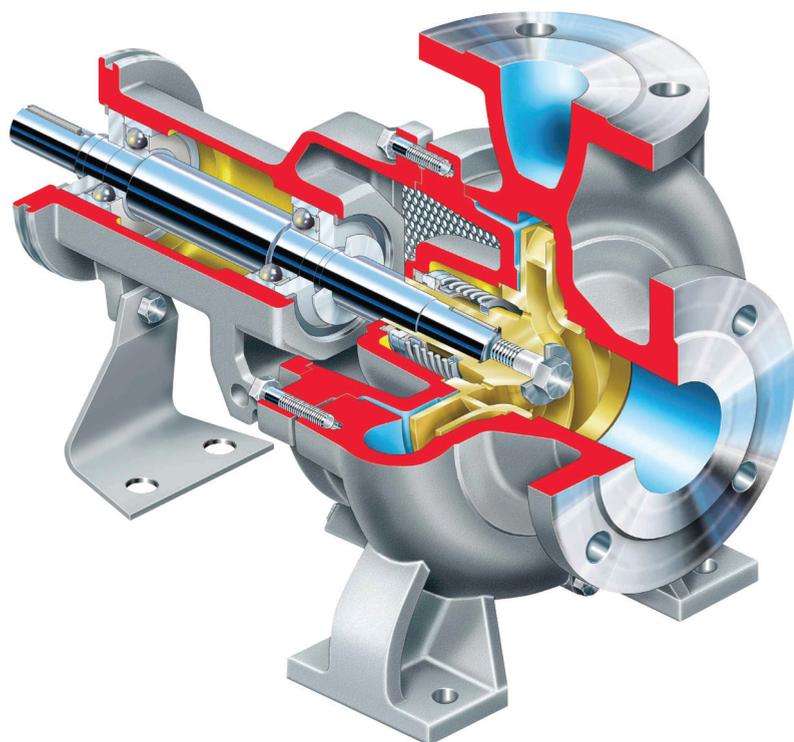


BOMBAS E INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

ANTÓNIO JOSÉ DA ANUNCIADA SANTOS



BOMBAS E INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

ANTÓNIO JOSÉ DA ANUNCIADA SANTOS

AUTOR

António José da Anunciada Santos

TÍTULO

Bombas e Instalações Hidráulicas

EDIÇÃO

Publindústria, Edições Técnicas

Praça da Corujeira n.º 38 · 4300-144 PORTO

www.publindustria.pt

DISTRIBUIÇÃO

Engebook - Conteúdos de Engenharia e Gestão

Tel. 220 104 872 · Fax 220 104 871 · E-mail: apoiocliente@engebook.com · www.engebook.com

REVISÃO

Diogo Resende

Publindústria, Produção de Comunicação, Lda.

DESIGN

Rute Mata João

IMPRESSÃO

Impresso em Espanha,

Abril 2017

DEPÓSITO LEGAL

422835/17



A **cópia ilegal** viola os direitos dos autores.

Os prejudicados somos todos nós.

Copyright ©2017 | Publindústria, Produção de Comunicação, Lda.

Todos os direitos reservados a Publindústria, Produção de Comunicação, Lda. para a língua portuguesa.

A reprodução desta obra, no todo ou em parte, por fotocópia ou qualquer outro meio, seja eletrónico, mecânico ou outros, sem prévia autorização escrita do Editor, é ilícita e passível de procedimento judicial contra o infrator.

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida, no todo ou em parte, sob qualquer forma ou meio, seja eletrónico, mecânico, de fotocópia, de gravação ou outros sem autorização prévia por escrito do autor.

Este livro encontra-se em conformidade com o novo Acordo Ortográfico de 1990, respeitando as suas indicações genéricas e assumindo algumas opções específicas.

CDU

621.22 Engenharia Mecânica. Máquinas hidráulicas.

ISBN

Papel: 978-989-723-232-9

E-book: 978-989-989-233-6

Engebook – Catalogação da publicação

Família: Engenharia Mecânica

Subfamília: Caldeiraria, Válvulas e Bombas

i.

Capítulo 1.		
Conceitos base da mecânica de fluidos	3	
1.1. Descrições sobre fluidos	3	
1.2. Grandezas e unidades	5	
1.3. Principais propriedades dos fluidos	7	
	8	1.3.1. Temperatura
	8	1.3.2. Conceito de Pressão
	9	1.3.3. Pressão de vapor
	10	1.3.4. Massa específica e relativa
	11	1.3.5. Peso específico
	12	1.3.6. Viscosidade absoluta e relativa
	14	1.3.7. Tensão superficial e efeito capilar
		1.3.8. Propriedades da água e soluções glicoladas
1.4. Princípios e equações fundamentais	16	
	16	1.4.1. Hidrostática
	17	1.4.1.1. Lei fundamental
	19	1.4.1.2. Pressão, gradientes e manómetros
	20	1.4.1.3. Princípio de Pascal
	21	1.4.1.4. Princípio de Arquimedes
	21	1.4.2. Equações fundamentais
	22	1.4.2.1. Caudal volúmico e mássico
	22	1.4.2.2. Princípio da conservação da massa
	23	1.4.2.3. Equação de Bernoulli
1.5. Fundamentos do escoamento em tubos	26	
	27	1.5.1. Número de Reynolds e os escoamentos
	28	1.5.2. Perfis de velocidades
	29	1.5.3. Diâmetros e velocidades nas tubagens
	29	1.5.4. Perdas de carga
	34	1.5.4.1. Modelos de cálculo para tubos
	36	1.5.4.2. Gráficos para tubos
	39	1.5.4.3. Modelo de cálculo para acessórios
	41	1.5.4.4. Tabelas de comprimento equivalente
	41	1.5.5. Curvas características de uma instalação
	41	1.5.5.1. Equação de Bernoulli generalizada
	42	1.5.5.2. Sistemas fechados
	42	1.5.5.3. Sistemas abertos
	43	1.5.5.4. Modelo para representação da curva da instalação
	44	1.5.5.5. Associação de tubos
1.6. Exercícios resolvidos	46	

Capítulo 2.

Bombas

53

2.1. Descrição

53

2.2. Tipos e classificações

53

54

55

57

57

60

62

63

2.2.1. Bombas de deslocamento positivo

2.2.1.1. As alternativas

2.2.1.2. Rotativas

2.2.2. Turbobombas

2.2.2.1. Trajetória do fluido

2.2.2.2. Estrutura construtiva

2.2.2.3. Posicionamento em relação ao plano da água

2.2.2.4. Principais tipos de bombas centrífugas

2.3. Bomba Centrífuga

63

65

69

69

72

74

77

79

83

84

84

86

87

89

89

91

92

94

2.3.1. Constituição

2.3.2. Funcionamento e teoria fundamental

2.3.3. Parâmetros e curvas características

2.3.3.1. Carga fornecida ao fluido

2.3.3.2. Rendimentos da bomba

2.3.3.3. Fenómeno de Cavitação, NPSH

2.3.3.4. Golpe de Ariete

2.3.3.5. Leis de semelhança e curvas em outras condições

2.3.4. Seleção da bomba

2.3.5. Associação de bombas e controlo

2.3.5.1. Associação paralela

2.3.5.2. Associação série

2.3.5.3. Ajuste do caudal na instalação

2.3.6. Cuidados de instalação, manutenção e deteção de avarias

2.3.6.1. Base de instalação

2.3.6.2. Instalação de tubagens

2.3.6.3. Acoplamentos e chapa

2.3.6.4. Manutenções e Avarias

2.4. Exercícios resolvidos

97

Capítulo 3.		
Instalações Hidráulicas	103	
3.1. Descrição	103	
3.2. Instalações elevatórias	103	3.2.1. Definição
	103	3.2.2. Constituição típica
	104	3.2.3. Aplicações
	105	3.2.4. Bombagem de água em poços
	105	3.2.4.1. Aquíferos
	106	3.2.4.2. Poços pouco profundos
	111	3.2.4.3. Poços profundos
	114	3.2.5. Bombagem de água em edifícios
	114	3.2.5.1. Tipos de pressurização
	115	3.2.5.2. Centrais de elevação de pressão
	119	3.2.5.3. Depósitos hidropneumáticos
	121	3.2.6. Saneamento básico
	121	3.2.6.1. Abastecimento de água
	125	3.2.6.2. Esgotos
3.3. Instalações de água e esgotos em edifícios	128	3.3.1. Instalações de água fria
	128	3.3.1.1. Depósitos de água
	129	3.3.1.2. Elementos básicos
	131	3.3.1.3. Caudais de água
	135	3.3.1.4. Pressões e velocidades de serviço
	136	3.3.2. Instalações de esgotos
	136	3.3.2.1. Elementos básicos
	138	3.3.2.2. Caudais de águas residuais
3.4. Instalações para águas quentes sanitárias (AQS)	139	3.4.1. Instalação com caldeira
	140	3.4.2. Instalação com painéis solares
	141	3.4.3. Caudais de água
3.5. Instalações para ar condicionado	143	3.5.1. Instalação para arrefecimento
	145	3.5.2. Instalação para aquecimento
	146	3.5.3. Caudais de água
3.6. Instalações de aquecimento central	150	
3.7. Exercícios resolvidos	151	

**Capítulo 4.
Tubagens e Equipamentos
para Instalações
Hidráulicas**

4.1. Descrição	157	
4.2. Tubagens	158	4.2.1. Parâmetros característicos
	159	4.2.2. Tubos de cobre
	165	4.2.3. Tubos de aço
	165	4.2.3.1. Tubos de aço negro e galvanizado
	166	4.2.3.2. Tubos de aço inox
	168	4.2.4. Tubos Plásticos
4.3. Válvulas e acessórios	169	4.3.1. Parâmetros característicos
	171	4.3.2. Válvulas de corte e regulação
	172	4.3.2.1. Válvula de gaveta
	173	4.3.2.2. Válvula de macho
	173	4.3.2.3. Válvula de esfera
	174	4.3.2.4. Válvula de globo
	176	4.3.2.5. Válvula de borboleta
	177	4.3.2.6. Válvula de diafragma
	177	4.3.3. Válvula antirretorno
	179	4.3.4. Válvulas de segurança e alívio
	181	4.3.5. Válvulas Redutoras de pressão
	181	4.3.6. Válvulas Equilibradoras
	183	4.3.7. Válvulas reguladoras de pressão diferencial
	184	4.3.8. Válvulas de controlo
	186	4.3.9. Ventosas e eliminadores de ar
	186	4.3.10. Filtros e visores
4.4. Equipamentos térmicos	188	4.4.1. Caldeiras
	191	4.4.2. Painéis solares térmicos
	196	4.4.3. Chiller
	197	4.4.4. Depósitos de acumulação térmica
	198	4.4.5. Vasos de expansão

1.

CAPÍTULO 1.

CONCEITOS BASE DA MECÂNICA DE FLUIDOS

1.1. Descrições sobre fluidos

A mecânica é uma ciência muito antiga que trata do comportamento dos corpos quando estão sob a influência de forças. A sua posição em relação a um determinado referencial pode ser de repouso, sendo a **estática** a área da física que estuda estes comportamentos; ou podem estar em movimento, e aqui é a **dinâmica** de fluidos a área da física que se encarrega deste estudo.

Uma divisão dentro da dinâmica de fluidos foi criada de forma a dividir os estudos dentro desta área: hidrodinâmica, dinâmica de gases, aerodinâmica, entre outras categorias especializadas. A hidrodinâmica dedica-se ao estudo dos fluidos praticamente incompressíveis, tais como os líquidos e, em especial, a água e os gases a baixa velocidade. A **hidráulica** é uma subcategoria da hidrodinâmica que estuda os escoamentos em tubagens e em canais abertos. A dinâmica de gases surge para estudar os escoamentos dos fluidos que sofrem mudanças significativas de densidade, como por exemplo o escoamento de gases a alta velocidade através de bocais. Já a aerodinâmica é um vetor de estudo que estuda os escoamentos de gases em especial o ar a alta velocidade sobre os corpos, tais como os automóveis, as aeronaves e os foguetes. As categorias especializadas são todas aquelas que estudam os escoamentos que ocorrem naturalmente sobre os corpos, tais como a meteorologia, oceanografia e hidrologia.

De forma bastante simples, pode-se dizer que uma substância no estado líquido ou no estado gasoso apresenta as características de um fluido. A grande diferença com os sólidos está na capacidade que estes têm de resistir às tensões de corte, que lhes são aplicadas, ou também normalmente chamadas de tangenciais. O sólido tem uma resistência a este género de tensão sofrendo pequenas deformações, tendo uma tendência de voltar à posição original depois de ser retirado o esforço aplicado. Já o fluido sofre deformações contínuas, não tendendo voltar à sua posição original depois de ser retirado o esforço.

Por exemplo um líquido entre duas placas paralelas simples, uma superior móvel e uma inferior fixa, separadas a uma distância L . Ao ser aplicado uma força, F , na placa superior, esta fica sujeita a um movimento com uma velocidade, V , na direção da força. Como as camadas de fluido junto às placas estão agarradas às superfícies sólidas¹, existe uma velocidade de escoamento da camada superior, V , e uma velocidade nula, na camada inferior. Entre estas duas camadas de fluido surge assim um perfil de velocidades, que varia desde um valor máximo V , junto à placa superior, a um valor nulo, 0 , junto à placa inferior. A deformação nas diversas camadas de fluido permanece mesmo depois de ser retirada a força que lhe deu origem. À luz desta experiência pode-se dizer que um fluido é um corpo que experimenta uma deformação indefinida quando são aplicados esforços tangenciais por mais pequenos que sejam.

.....
¹ Chamada condição de não escorregamento.

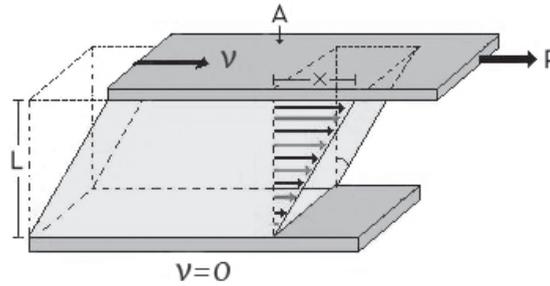


Figura 1: Diagrama de um fluido sujeito a uma tensão de corte simples
 Fonte: Méndes-Sánchez A.F., Pérez-Trejo e outros

De forma a traduzir matematicamente a definição de fluido houve necessidade de criar uma equação que permitisse expressar o fenómeno que ocorre nestas substâncias. A experiencia tem mostrado que a força, F , é diretamente proporcional à área, A , e à velocidade, V , e é inversamente proporcional à distância, L , com μ o fator de proporcionalidade que depende do fluido.

$$F = \mu \times \frac{A \times V}{L}, \frac{F}{A} = \mu \times \frac{V}{L}, \tau = \mu \times \frac{V}{L}$$

Onde:

- τ = Tensão de corte, em N/m^2 ;
- V = Velocidade da placa, em m/s ;
- L = Distância entre placas, em m .

Um não fluido é uma substância cujo seu comportamento não se enquadra na categoria do fluido anteriormente referida. Ou seja quando aplicado um esforço tangencial, este sofre uma deformação, mas, depois de ser retirado este esforço, a substância tende a voltar à sua posição original. Por exemplo, considerando que na figura anterior o material é uma borracha que está posicionada firmemente entre duas placas, quando na placa superior for aplicada a tensão de corte e a parte inferior for mantida fixa, o bloco de borracha deforma-se com um determinado ângulo de deformação. Este aumenta de forma proporcional à força aplicada. Quando é retirada a força, a borracha volta à sua posição original.

Os fluidos podem ser ou não Newtonianos. No caso de serem enquadrados nesta categoria, estes têm uma relação linear entre o valor da tensão de corte aplicada e a velocidade de deformação. Nesta categoria são enquadrados os gases e líquidos, como a água, o ar, os óleos, onde à medida que se aumenta a tensão de corte, o fluido sofre uma velocidade de deformação linear, onde μ é a constante de proporcionalidade entre estas duas grandezas. O comportamento destes fluidos pode ser reproduzido pelo modelo matemático anterior, considerando uma velocidade de deformação determinada pela relação seguinte:

$$\tau = \mu \times \gamma, \gamma = \frac{V}{L}$$

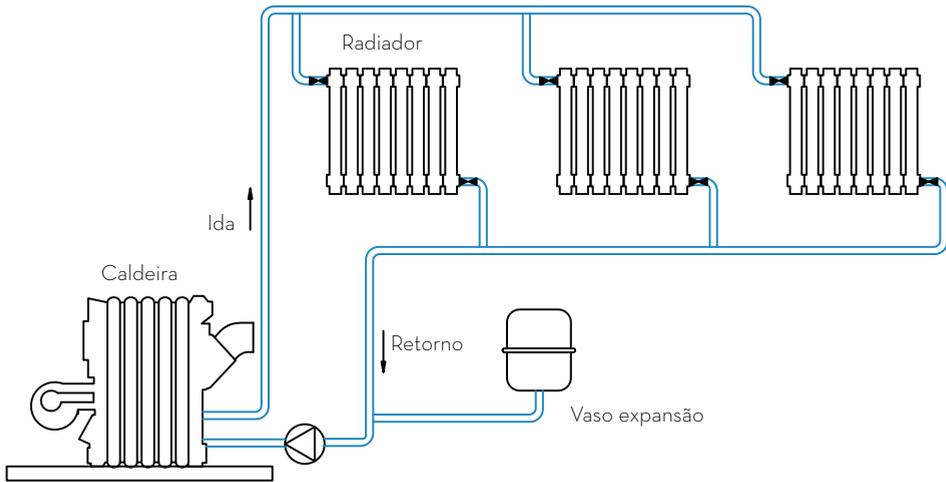


Figura 1.24: Sistema fechado de aquecimento
 Fonte: Adaptado de Manual de tubo de cobre

1.5.5.3. Sistemas abertos

Nos sistemas abertos, o fluido circula em circuito aberto, normalmente de um depósito para um outro (ambos abertos para a atmosfera), podendo ou não existir uma contribuição positiva do termo gravítico. Quando o depósito de aspiração fica a um nível inferior em relação ao depósito de descarga, existe uma contribuição negativa do termo gravítico. Neste caso, a bomba, para além de ter de fornecer a energia dos atritos que se perde nas tubagens com os acessórios, tem que vencer a ação da gravidade devido à altura geométrica correspondente. São exemplos de aplicação as instalações elevatórias, sistemas de irrigação, processos industriais, etc. Considerando as pressões atmosféricas em ambos os depósitos e as velocidades de escoamento semelhantes em ambos os casos, a equação de Bernoulli fica:

$$h_b = (z_2 - z_1) + h_f$$

Na situação anterior, quando o depósito de aspiração do fluido fica a um nível superior ao de descarga, existe uma contribuição positiva, sendo o escoamento auxiliado pela gravidade. Neste caso, a bomba fornece menos energia, em relação à situação anterior, sem contribuição gravítica, podendo mesmo ser anulada quando a energia gravítica disponível pela diferença geométrica igualar às perdas de carga. Um exemplo de aplicação é uma instalação de água fria com depósito no topo do edifício.

$$z_1 - z_2 = h_f$$

Exercício 1.

Escoamento de água em circuito fechado

Um circuito de aquecimento fechado tem um caudal total que vai desde a caldeira ao primeiro radiador de 0,191 kg/s (considerar água a 60°C). Determinar o diâmetro do tubo de cobre para garantir uma velocidade máxima de escoamento de 2 m/s, e a perda de carga total neste troço de tubo, considerando um comprimento de 20 metros e apenas a existência de duas curvas de 90° (K = 0,48).

SOLUÇÃO

Para 60°C, as propriedades da água são de: $\rho = 983,2 \text{ kg/m}^3$; $\mu = 4,668 \times 10^{-4} \text{ (N.s/m}^2\text{)}$.

Para as condições anteriores, determina-se o diâmetro de cálculo que satisfaz a condição de velocidade de 2 m/s para um caudal mássico de 0,191 kg/s.

$$mc = \frac{\pi \times D^2}{4} \times vm \times \rho \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \times mc}{\pi \times vm \times \rho}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,191}{\pi \times 2 \times 983,2}} \times 1000 = 11,1 \text{ mm}$$

O diâmetro de cobre a escolher deve ter, no mínimo, 11,1 milímetros. Menores diâmetros aumentariam mais a velocidade.

Com a velocidade e o diâmetro, determina-se o nº de Re.

$$Re = \frac{\rho \times vm \times D}{\mu} = \frac{983,2 \times 2 \times 0,0111}{4,668 \times 10^{-4}} = 46759$$

O fator de atrito determina-se pela equação de Haaland.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -1,8 \times \log \left[\frac{6,9}{46759} + \left(\frac{0,0015/11,1}{3,7} \right)^{1,11} \right] = 6,83$$

$$f = \left(\frac{1}{6,83} \right)^2 = 0,021$$

A perda de carga nos tubos é determinada pela equação de darcy.

$$hL = f \times \frac{L}{D} \times \frac{vm^2}{2 \times g} = 0,021 \times \frac{20}{0,0111} \times \frac{2^2}{2 \times 9,8} = 7,72 \text{ m}$$

A perda de carga nos tubos é determinada pela equação dos K.

EXERCÍCIOS

$$h_a = K \times \frac{vm^2}{2 \times g} = 2 \times 0,48 \times \frac{2^2}{2 \times 9,8} = 0,20m$$

$$h_t = h_l + h_a = 7,72 + 0,20 = 7,92m$$

Exercício 2.

Escoamento de água por gravidade

Água a 20°C esco-se por gravidade de um depósito maior a uma altura Z_1 , para um outro menor a uma altura $Z_2 = 2$ metros. Sabendo que o caudal de escoamento é de 4 l/s, e que o tubo a usar é em aço galvanizado, e que a velocidade de escoamento deve ser 2 m/s, determine a altura, Z_1 , a que deve ficar o reservatório mais alto.

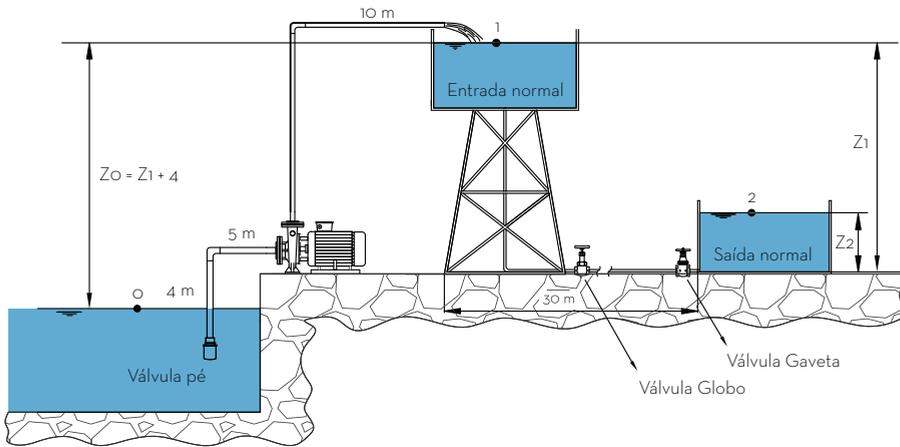


Figura 1.27: Sistema de escoamento por gravidade

SOLUÇÃO

Determina-se diâmetro de cálculo que satisfaz a condição de velocidade e caudal.

$$4 \text{ L/s} = 4/1000 = 0,004 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times vm}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,004}{\pi \times 2}} \times 1000 = 50 \text{ mm}$$

Para água a 20°C, o Re é de:

$$Re = \frac{\rho \times vm \times D}{\mu} = \frac{998,3 \times 2 \times 0,050}{1,003 \times 10^{-3}} = 99531$$

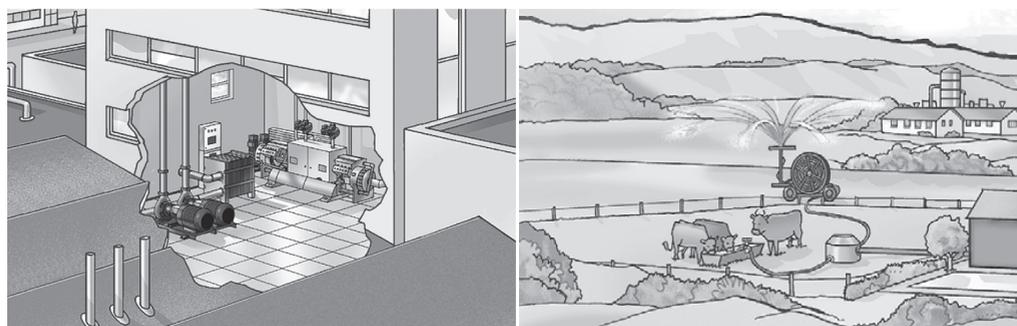
2.

CAPÍTULO 2: BOMBAS

2.1. Descrição

No capítulo anterior viu-se os conceitos básicos associados à mecânica de fluidos e as formas de quantificar as necessidades energéticas (pressão) de uma instalação hidráulica em circuito fechado ou aberto. Conforme foi referido, para transportar um líquido no interior de uma instalação de um ponto para o outro usam-se máquinas hidráulicas que fornecem energia ao fluido. Estes equipamentos recebem o nome de Bombas, também chamadas de turbomáquinas (“turbo” prefixo latino que significa giro), e servem para movimentar fluidos líquidos ao longo de tubagens de transporte. Também se pode definir uma bomba como sendo uma máquina que recebe trabalho mecânico, fornecido normalmente por uma máquina motriz, e o transfere para um líquido sobre a forma de pressão e cinética. Estas máquinas são equipamentos muito antigos, fabricados normalmente para garantir o transporte de um caudal de líquido (m^3/h), vencendo umas determinadas perdas energéticas (m). Duas destas máquinas muito antigas são: 1. a roda de água com conchas que servem para tirar água dos furos, também conhecidas como noras; 2. a bomba de parafuso de Arquimedes (250 a.C.), que ainda hoje se fabrica para o manuseamento das misturas sólido-líquidas.

Atualmente, os fabricantes desenvolvem os seus equipamentos com características específicas, de forma a satisfazer diversas aplicações (por exemplo, sistemas de frio e calor, pressurização e transferências de líquidos, fornecimentos de águas domésticas, esgotos e águas residuais, sistemas de rega e agricultura, diversas aplicações industriais).



Fornecimento de água

Sistemas agrícolas

Figura 2.1: Exemplos de aplicações das bombas

Fonte: Grundfos

2.2. Tipos e classificações

As bombas são classificadas quanto à forma de transferência da energia mecânica para a água: em bombas de deslocamento positivo ou rotodinâmicas (turbobombas ou centrífugas).

Onde:

c = Velocidade de propagação da perturbação, em m/s;
 ϵL = Módulo de elasticidade do líquido a transportar, em kg/m²;
 ϵA = Módulo de elasticidade da água, em kg/m² (para a água 2×10^8 kg/m²);
 ϵ = Módulo de elasticidade do material, em kg/m² (para o PVC rígido 3×10^8 kg/m²; para o aço comercial 2×10^{10} kg/m²);
 ρL = Densidade do líquido a transportar, em kg/m³;
 ρA = Densidade da água, em kg/m³;
 D = Diâmetro interior do tubo, em mm;
 e = Espessura da parede do tubo, em mm.
 A lâmina de fluido junto da válvula fica durante um determinado tempo sobre o efeito da sobrepressão, determinada pela relação com a velocidade de propagação e com o comprimento do tubo entre a válvula e o depósito.

$$t_c = \frac{2 \times L}{c}$$

Onde:

t_c = Período da canalização, em s;
 L = Comprimento do tubo, em m.
 A sobrepressão a que a conduta fica sujeita é determinada pela relação seguinte:

$$P = c \times \frac{V}{g}$$

Onde:

P = Sobrepressão, em m;
 V = Velocidade do fluido no tubo, em m/s;
 g = Aceleração da gravidade, em 9,8 m/s².
 Para além da sobrepressão, um conjunto de ondas acústicas são produzidas propagando se também em sentido contrário ao escoamento fazendo com que a tubagem vibre e produza um som familiar.

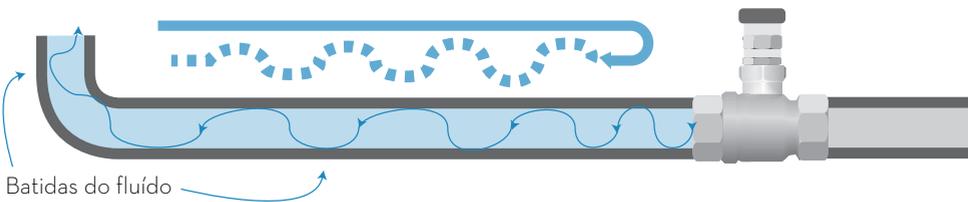


Figura 2.27: Propagação de ruído pelo efeito do golpe de ariete
 Fonte: Manual do tubo cobre (Cedic)

Exemplo:

5 l/s de água escoam ao longo de 1900 metros de tubo em pvc de diâmetro de 99,4 milímetros e 5,3 milímetros de espessura. Ao parar por fecho de uma válvula, ocorre uma velocidade de perturbação de:

$$c = \frac{1240}{\sqrt{1 + \frac{2 \times 10^8}{3 \times 10^8} \times \frac{99,4}{5,3}}} = 337 \text{ m/s}$$

3.

CAPÍTULO 3:

INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

3.1. Descrição

As instalações hidráulicas têm uma vasta gama de aplicações, sendo difícil apresentar com rigor desejado esta temática num único capítulo. No entanto, tenta-se abordar neste capítulo um pouco dos diversos setores de aplicação deste domínio remetendo sempre que possível o leitor para documentação específica, para um maior conhecimento dos temas.

Como referido no Capítulo 1, a circulação de fluidos em tubos por meio de bombas é feita em sistemas abertos, onde a função é apenas a de transporte de água de um ponto para o outro e em circuitos fechados cujo objetivo é o de transportar a energia entre umas unidades de produção e outras de utilização.

As instalações de circuitos abertos são normalmente do tipo elevatório, com diversas aplicações, quer em termos de edifícios residenciais, quer na indústria (bombagem em poços, regas, para animais, água para consumo humano, etc.). As instalações de circuitos fechados têm a sua forte aplicação no domínio do ar condicionado, quer em arrefecimento, quer em aquecimento do meio ambiente.

Estas instalações podem existir em forma separada ou de uma forma misturada com setores fechados, para o transporte de energia para o aquecimento ambiente, e abertas, para o transporte de água quente para fins sanitários (conceito conhecido como aquecimento central).

3.2. Instalações elevatórias

3.2.1. Definição

São instalações destinadas a elevar os líquidos de um ponto de menor nível de energia para outro ponto com maior nível de energia. Normalmente também se costumam chamar de instalações de recalque e são formadas por circuitos abertos, onde a energia fornecida pela bomba serve não só para vencer as perdas de carga por atrito ao longo dos tubos de escoamento, como os acessórios que fazem parte da rede, bem como os desníveis geométricos desfavoráveis ao escoamento, se existirem.

3.2.2. Constituição típica

Apesar dos seus diferentes usos, três partes fundamentais constituem um sistema elevatório típico: 1. uma linha de sucção; 2. o conjunto de motor-bomba; 3. e a linha de recalque.

1. A linha de sucção é constituída pela tubagem de transporte de fluido e um conjunto de acessórios. A tubagem, geralmente de diâmetro superior ao da linha de recalque, contém uma válvula de pé com crivo ou válvula de poço, um manómetro e uma redução excêntrica. A válvula de pé fica instalada no extremo da tubagem e permite apenas a passagem do líquido no sentido do escoamento.

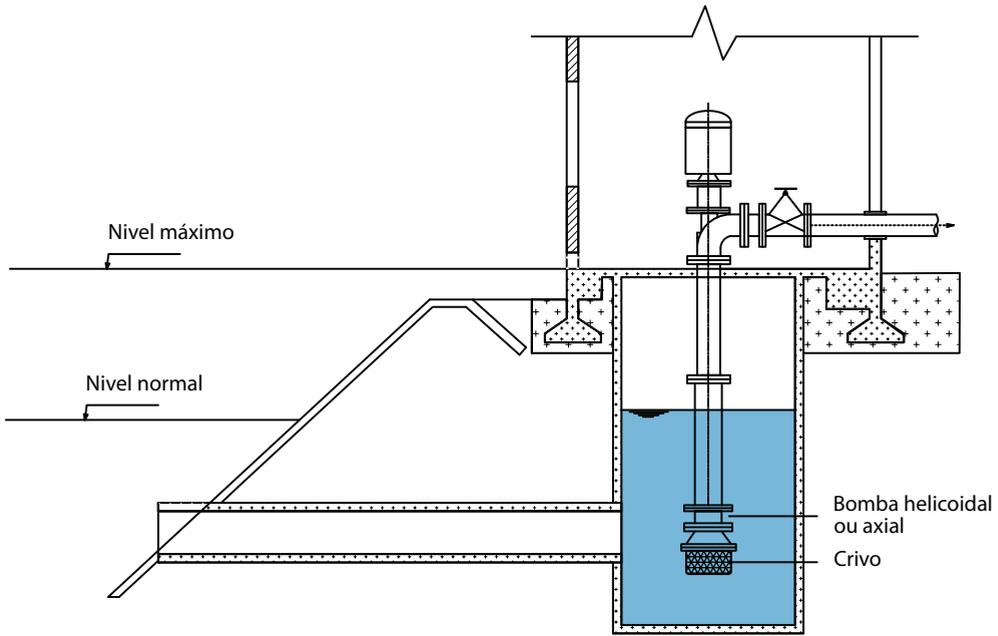


Figura 3.19: Esquema de princípio de captação de água num rio
 Fonte: Macintyre Joseph Archibald

Um exemplo de captação de água em um lago é mostrado na figura seguinte. Este é parecido ao anterior do rio, onde foi dispensada a tomada de acesso ao poço. Aqui existe um canal de tomada de água com uma grade de proteção, o que é possível nos casos em que não existe muito lodo. O nível de água mínimo deverá ser 1,0 metro acima do fundo do local da tomada de água.

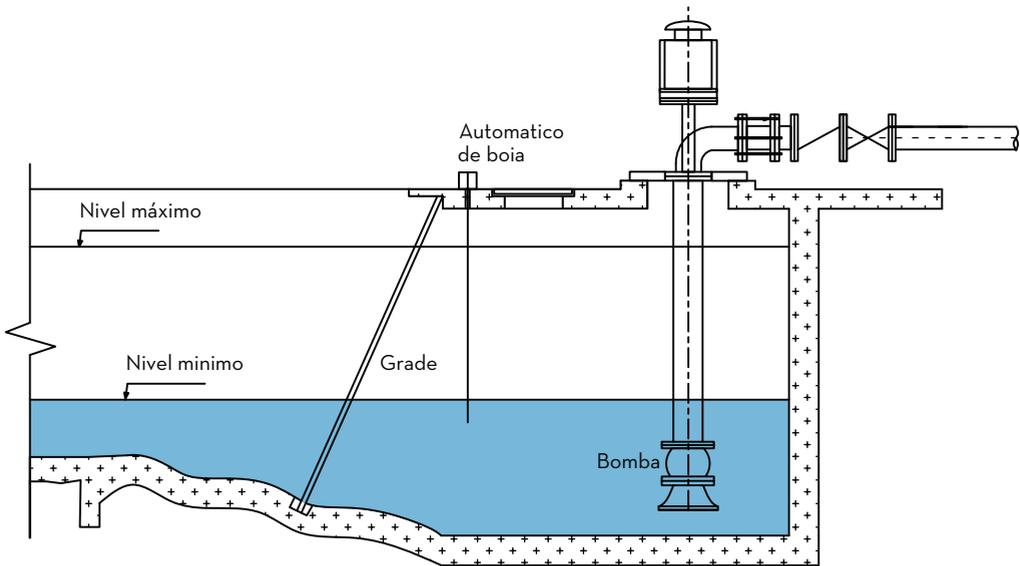


Figura 3.20: Esquema de princípio de captação de água num lago
 Fonte: Macintyre Joseph Archibald

4.

CAPÍTULO 4:

TUBAGENS E EQUIPAMENTOS PARA INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

4.1. Descrição

No capítulo anterior foram abordadas algumas das principais instalações hidráulicas usadas no transporte de água e no transporte energético, fazendo referência ao tipo de bombas que normalmente são usadas. Associado a cada instalação está uma rede de tubos de diversos materiais e um conjunto de válvulas e acessórios que controlam o escoamento do fluido. Nas instalações em circuito fechado existem ainda as máquinas térmicas como sendo as principais fontes de transformação energética, que fornecem ou absorvem calor ao fluido térmico de trabalho que por elas circula, e uns equipamentos de apoio. De forma a completar a informação do capítulo anterior apresenta-se ao longo deste capítulo os principais tipos de tubos, válvulas, acessórios e máquinas térmicas envolvidas nas instalações anteriores. Em cada tema é feita uma descrição genérica dos elementos, fornecendo também a informação mais relevante para um apoio ao cálculo hidráulico e análise energética, e referindo alguns fabricantes, para maiores conhecimentos sobre cada equipamento.

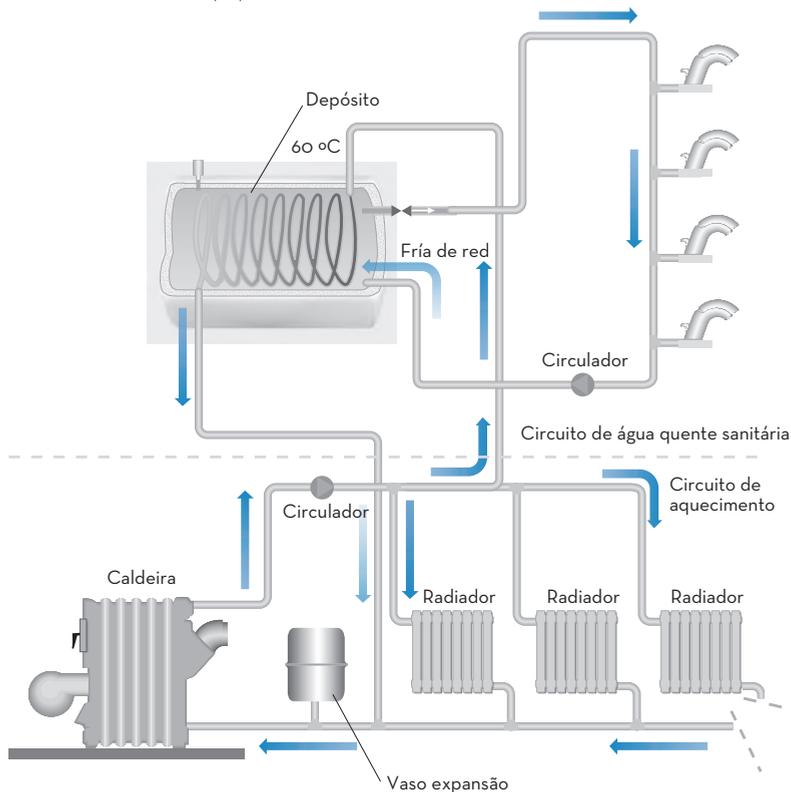


Figura 4.1: Exemplo de equipamentos numa instalação de águas quentes e aquecimento ambiente
 Fonte: Manual de tubo cobre (Cedic)

4.2. Tubagens

4.2.1. Parâmetros característicos

As instalações hidráulicas das aplicações referidas no capítulo anterior estão sujeitas a certas características de trabalho (pressões e temperaturas do fluido, ambientes de exposição, etc.) adequadas à função que desempenham. Para fazer face a estas condições, os tubos de transporte de fluidos também têm que ter certas características físicas e mecânicas que os tornam resistentes ao trabalho que desempenham na instalação. Por exemplo, viu-se que a rugosidade é uma característica que está relacionada com a perda de carga do fluido ao longo da instalação. No entanto, outras características, como a tensão de rutura, o coeficiente de dilatação, condutividade térmica e a densidade dos materiais também estão associadas a efeitos práticos de interesse.

A tensão de rotura do material é um parâmetro que se relaciona com a pressão de rotura e com a pressão máxima de trabalho pelas relações seguintes.

$$Pr = \frac{2 \times \sigma_r \times e}{Di} \quad Pmax = \frac{1}{3} \times Pr$$

Onde:

Pr = Pressão de rotura, em Pa;

$Pmax$ = Pressão máxima de trabalho, em Pa;

σ_r = Tensão de rotura à tração, em Pa;

Di = Diâmetro interior do tubo, em m;

e = Espessura da parede do cobre, em m.

O coeficiente de dilatação do tubo é um parâmetro que se relaciona com a alteração do comprimento do tubo quando sujeito a uma variação de temperatura.

$$\Delta L = \varepsilon \times L \times \Delta T$$

Onde:

ε = Coeficiente de dilatação linear, em $m/(^{\circ}C \ m)$;

L = Comprimento do tubo, em m;

ΔT = Variação de temperatura, em $^{\circ}C$.

A condutividade térmica é um parâmetro que permite obter a fuga de calor que ocorre nos tubos quando sujeitos ou não a um determinado isolamento térmico. Por exemplo, para um tubo sem isolamento, o fluxo de calor é quantificado pela equação seguinte:

$$q = \frac{\Delta T}{\frac{1}{2 \times \pi \times K} \ln \left(\frac{De}{Di} \right)}$$

Onde:

q = Fluxo de calor de perdas, em W/m ;

ΔT = Diferença de temperatura em ambas as faces do tubo, em $^{\circ}C$;

Di = Diâmetro interior do tubo, em m;

De = Diâmetro exterior do tubo, em m;

K = Condutividade térmica do tubo, em $W/(m \ K)$.

Apoio à
edição

HYDRO MPC

CONTROLO DE PRESSÃO EXCEPCIONAL EFICIÊNCIA ENERGÉTICA IDEAL

A MELHOR ESCOLHA PARA QUALQUER TRABALHO

O Hydro MPC da Grundfos é o melhor produto da gama de sistemas de pressurização Hydro. São várias as funcionalidades especiais que fazem com que o Hydro MPC consiga enfrentar os desafios operacionais de qualquer aplicação de pressurização de água. A fácil integração em BMS faz com que seja a escolha ideal para sistemas complexos e edifícios altamente tecnológicos.

O Hydro MPC pode ser instalado numa grande variedade de edifícios e sistemas, e é muito habitual em:

- Sistemas públicos de abastecimento de água;
- Arranha-céus;
- Hotéis;
- Hospitais;
- Sistema de AVAC.



PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

Gama completa

A Grundfos oferece uma gama com bombas de diversas dimensões, adequando facilmente o dimensionamento a qualquer ponto de serviço.

Instalação fácil

O sistema vem sempre pré-configurado de fábrica, e a configuração específica da aplicação é realizada através do assistente de instalação do controlador.

Paragem por baixo caudal

O sistema para completamente durante períodos de baixo caudal, para poupar energia.

Fiabilidade através da redundância

A fiabilidade do funcionamento é assegurada através de um sensor redundante ou através de bombas em standby.

Cascata energeticamente otimizada

A pressão constante e a elevada eficiência são asseguradas através da utilização inteligente, por parte do controlador, dos dados de desempenho da bomba.

Gama de alta eficiência Wilo



ErP
READY

APPLIES TO EUROPEAN DIRECTIVE FOR ENERGY RELATED PRODUCTS



Wilo-Stratos,
a solução versátil



Wilo-Stratos GIGA,
a solução inteligente



Wilo-Yonos MAXO,
a solução prática

+351 222080350 | www.wilo.pt

Pioneering for You

wilo



Publindústria, Edições Técnicas
Porto, 2017

BOMBAS E INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

Sobre o Livro

Desde há longa data que o homem usa as bombas para fazer o transporte da água desde os locais de captação aos locais de consumo. Estas máquinas atualmente estão presentes em quase todas as instalações de transporte de fluidos líquidos, quer nos edifícios residenciais, como nos de comércio e serviços, indústria e agricultura.

O conhecimento das bases da mecânica de fluidos relacionados com o dimensionamento das tubagens, das bombas e instalações para o transporte de líquidos, bem como o conhecimento dos principais equipamentos associados, são temas de interesse para os técnicos do setor.

Direcionado para as bombas e suas aplicações no transporte de água e de energia, este livro estruturado em quatro capítulos, segue temas que abrangem os conteúdos programáticos do ensino profissional, universitário, e exigências regulamentares para a certificação dos técnicos de manutenção e instalação em edifícios (TIM).

Este trabalho destina-se a todos os técnicos do setor, certificados ou não, aos estudantes do ensino profissional e superior, no apoio das disciplinas relacionadas com esta temática.

Sobre o autor

António José da Anunciada Santos licenciou-se em Engenharia Mecânica - ramo Térmica - pela Universidade do Algarve, em 2002, e obteve o Doutoramento no Departamento de Engenharia Energética e Mecânica de Fluidos, pela Universidade de Sevilha, em 2008, reconhecido em Portugal, em 2016, pela Universidade de Aveiro.

Trabalhou na fabricação e assistência técnica de móveis frigoríficos, na empresa Frimovel, e como diretor técnico na área da refrigeração comercial e industrial na empresa Qualifrio.

Trabalhou em projetos de investigação e desenvolvimento ligados às questões energéticas em edifícios (hotéis, edifícios residenciais e piscinas). Fez a reconstrução e exposição de uma bancada experimental didática para refrigeração e climatização na feira Educa Angola 2013.

É Formador desde 1998 nas áreas da Eletricidade, Refrigeração e Ar Condicionado, com serviço prestado no Instituto do Emprego e Formação Profissional (IEFP), em Faro, no Instituto Médio Politécnico do Sambizanga, em Luanda, no Centro de Formação Profissional para a Indústria Térmica, Energia e Ambiente (APIEF), e na IXUS, Formação e Consultadoria, Lda.

Publicou, ainda, vários artigos na ASME International Solar Energy Conference e na revista Tecnolimentar, e os livros "O Frio no Setor Alimentar" e "Refrigeração - Manual de apoio ao ensino e à profissão (Volumes I e II)".

Com o apoio de:

GRUNDFOS 

wlo

Manutenção
www.revistamanutencao.pt

Também disponível em formato **e-book**



ISBN: 978-989-723-232-9



9 789897 232329

www.engebook.com

ENGEBOOK[®]