Bombas Hidráulicas
Cálculos & Instalação

Jurandir Primo
Copyright @ 2019
1ª edição – janeiro de 2020

Capa: Jurandir Primo – Sorocaba/SP

Primotech - Engineering Manuals

Primo, Jurandir

Bombas, Compressores, Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos

Índice para pesquisas: Tecnologia de Equipamentos, Sistemas Hidráulicos

ISBN:

Livro no sistema de auto-publicação cuja edição, revisão, diagramação e capa foram selecionadas pelo próprio autor, para diminuir custos e facilitar a todos os interessados em engenharia e tecnologia.

O autor permite que todas as partes do livro possam ser copiadas ou reproduzidas para fundamentos educacionais, instrutivos e treinamento técnico.

Para adquirir esta ou outras publicações do autor, enviar solicitação para:

primotechcourses@hotmail.com

BOMBAS HIDRÁULICAS
CÁLCULOS & INSTALAÇÃO

CONTEÚDO:

1. **INTRODUCÃO:**
2. **CÁLCULOS DE BOMBAS HIDRÁULICAS:**
3. **FUNDAMENTOS DO ESCOAMENTO:**
4. **CALCULANDO O NPSH DE UMA BOMBA:**
5. **REFERENCIAS:**

I. INTRODUÇÃO:

Todos os dias um estudante ou um profissional procura um manual curto e oportuno com **informe prático de aplicaçã**o abrangente disciplinas técnicas, incluindo este estudo de **Cálculos para Instalação de Bombas Hidraulicas**. Bombas hidráulicas são uns dos componentes mais importantes nos sistemas de fluidos, sendo esta, a principal motivação para a preparação deste manual. Para entender como funciona os sistemas de fluidos contendo tubulação de processos e acessórios, é necessário ter um bom conhecimento das características de líquidos e gases e estudar os conceitos básicos da nomenclatura de bombas e suas relações com tubulação industrial e processos.

Uma bomba hidráulica é um dispositivo que movimenta fluidos (líquidos ou gases), ou lamas pesadas, por ação mecânica. As bombas centrígugas podem ser classificadas em três grandes grupos de acordo com o método que usam para mover o fluido; direta, elevação, deslocamento e bombas gravitacionais. As bombas operam por mecanismos recíprocos ou rotativos, e comsomem energia cinética para realizar esses trabalhos mecânicos. As bombas operam através de muitas fontes de energia, incluindo operação manual, eletricidade, motores de combustível ou energia eólica, e têm diversos tamanhos, desde bombas microscópicas para uso em aplicações médicas, até grandes bombas hidraulicas de processos industriais.

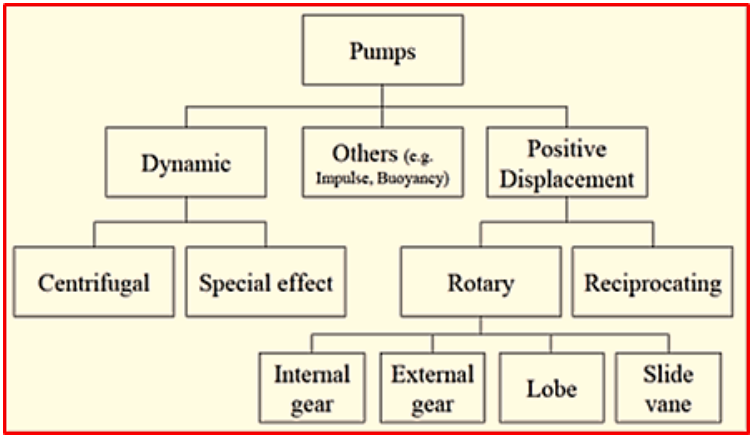
Bombas mecânicas servem em uma ampla gama de aplicações, como bombear água de poços, filtragem de aquário, bombeamento de lagoas e aeração, na indústria automobilística para resfriamento de água e injeção de combustível, na indústria de energia para bombear petróleo e gás natural ou para operar torres de resfriamento. Na indústria médica, as bombas são utilizadas em processos químicos e bioquímicos no desenvolvi-

mento e fabricação de medicamentos, e como substituiçoes artificiais para partes do corpo humano, em particular o coração artificial e a prótese peniana. Os mais comuns são:

- Bombas de Simples Estágio: Tem um único impelidor.
- Duplo/Multi-Estágio: Tem dois ou mais impelidores.

II. CÁLCULOS DE BOMBAS HIDRÁULICAS:

Tipos de Bombas: Bombas vêm em uma variedade de tamanhos para uma ampla gama de aplicações. As bombas centrífugas são geralmente as mais econômicas, seguidas pelas bombas rotativas e recíprocas. Embora as bombas de deslocamento positivo sejam geralmente mais eficientes do que as bombas centrífugas, o benefício de maior eficiência, tem aumento dos custos de manutenção. Podem ser classificadas de acordo com o princípio básico da operação, como bombas de deslocamento dinâmico ou positivo, conforme indicado abaixo:



Escorvamento de uma Bomba (Priming): Por princípio, uma bomba centrífuga não pode sugar ar. A linha de alimentação da

bomba e o corpo interno ao redor do mecanismo de bombeamento devem primeiramente, ser preenchidos com o líquido que requer bombeamento. O operador deve introduzir líquido no sistema para iniciar o bombeamento, chamado de "*priming*" da bomba. A perda de eficiência do bombeamento é geralmente devido à ingestão de ar na bomba. Este é o caso das bombas rotodinâmicas, por exemplo, bombas centrífugas.

Escorvamento Próprio (Self-Priming): Todas as bombas de deslocamento positivo tendem a ter uma vedação suficientemente apertada entre as partes móveis e a carcaça da bomba, descrita como "*self-priming*". Essas bombas também podem servir como bombas tipo *priming*, principalmente, quando são usadas para atender a eficiência de outras bombas, em vez de ações tomadas por um operador humano. Bombas para líquidos finos ou viscosos geralmente não conseguem deslocar o ar, devido à sua compressibilidade.

Especificações Gerais das Bombas: As bombas são comumente classificadas por potência, fluxo, pressão de saída em metros (ou pés) de altura manométrica, pressão de sucção na entrada em metros (ou pés). A altura manométrica pode ser simplificada, pois a bomba pode levantar ou baixar uma coluna de água em pressão atmosférica (metros ou pés). Do ponto de vista inicial do design, os engenheiros geralmente usam um quantitativo denominado como velocidade específica para identificar o tipo de bomba mais adequada para uma combinação específica de taxa de fluxo e altura manométrica. A nomenclatura comum que deve ser conhecida por todos os estudantes de engenharia, técnicos ou engenheiros de sistemas, é:

Altura Manométrica: É a medição da altura de uma coluna líquida que a bomba pode bombear, resultante da potencia de energia cinética que uma bomba pode fornecer. O princípio bá-

sico da altura manométrica é a altura de coluna d´agua do jato bombeado subindo da superfície. Em unidades americanas, a altura é medida em pés, enquanto a pressão é medida em libras por polegada quadrada (psi), independente da pressão ou densidade líquida. Para água, considerando a pressão atmosférica em nível do mar cuja gravidade específica é 1.0, a fórmula é:

Altura Manométrica = 14.7 lb/pol^2 X 2.31 / 1.0 = **33,9 pés** (U.S).
Altura Manométrica = 1.0 kg/cm^2 = **10,0003 MCA**.

Obs.: Assim, **33,9 pés** em unidade U.S. é a **elevação** de sucção máxima teórica para instalação de uma bomba em nível do mar, equivalente a **~10,0 metros de coluna d´agua** (MCA).

Pressão Manométrica: O termo altura manométrica é usada como referência à **pressão**, ou **altura de uma coluna de água**, tipicamente em pés ou metros, que uma determinada bomba pode executar. A pressão manométrica representa a energia de fluxo de uma coluna de fluido, cujo peso é equivalente à pressão do fluido. Em unidades imperiais (ou U.S.), converter altura manométrica em pressão (psi, kg/cm^2) aplica-se a fórmula abaixo:

Pressão da Bomba: A pressão aumenta à medida que o fluxo progride da sucção para a descarga. A pressão é expressa em **kg/cm^2 ou psi**, mas também pode ser expressa em **pés, metros, altura de coluna de água** ou altura manométrica estática:

Altura Coluna D'água (h) = $\frac{\text{Pressão (psi) x 2.31}}{\text{SG}}$ = (ft.) =

SG = Gravidade Específica.

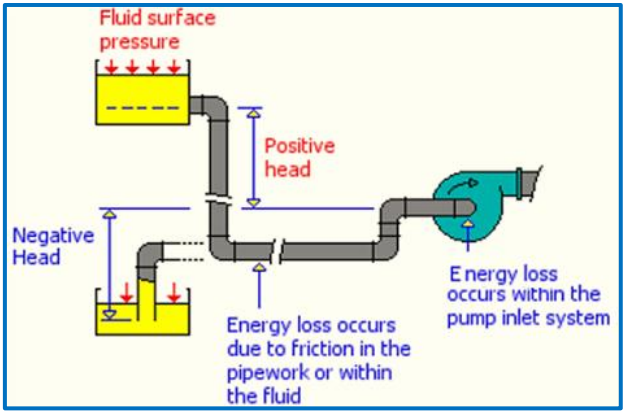
Metro de Coluna de Água (MCA): É uma unidade de medida de pressão, definida como a pressão exercida por uma **coluna**

de água de 1 metro de altura a 4°C equivalente a **1.0 kg/cm^2**, dentro da gravidade normal que equivale a **9,8 m^2/s**.

Coluna de Mercúrio: A pressão manométrica em **metros ou pés** refere-se à **pressão do líquido** dentro de um reservatório, que pode alimentar uma bomba hidráulica. Quando o fluido estiver a **vácuo**, a pressão absoluta **também** pode ser convertida em altura. A pressão a vácuo é frequentemente lido em metros ou polegadas de **mercúrio**, cuja formula em pés é:

$$\textbf{Feet of liquid} = \frac{1.133 \times \text{inches of mercury}}{SG} = (ft)$$

Obs.: A soma da elevação, da velocidade e da pressão manométrica de um fluido é chamada de altura manométrica total. A **equação de Bernoulli** afirma que essa altura é constante.



Altura Manométrica Estática: É a distância vertical do nível da água da superfície até o ponto mais alto onde a água deve ser descarregada, ou a diferença de altura entre a origem e o destino do líquido bombeado. É a soma da elevação estática e descarga estática. A altura manométrica estática com determinada

pressão depende do peso do líquido, mas pode ser calculada com a mesma equação acima:

Altura Manométrica Estática = $\frac{\text{Pressure (psi) x 2.31}}{\text{SG}}$ = (ft) =

SG = Gravidade Específica.

Velocidade Cinética: Também conhecida como velocidade dinâmica é medição da energia cinética de um fluido. Na maioria das instalações, a velocidade cinética é insignificante em comparação com outros componentes da altura manométrica total (geralmente menos de um pé = 30,5 cm). A velocidade cinética varia nos diferentes pontos de um fluxo. Essa velocidade é geralmente calculada usando a seguinte equação:

V = $v^2 / 2g = ½(v^2/g)$ **=**

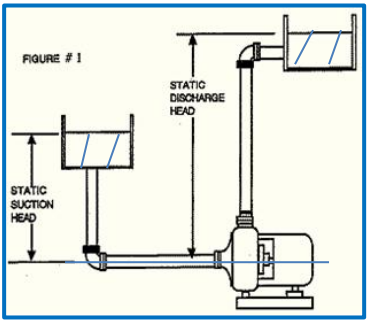
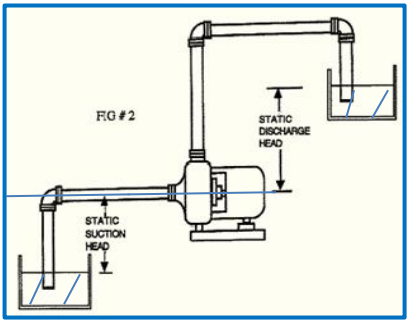
V = Velocidade cinética, ft, m;
v = Velocidade do fluído, ft/s, m/s;
g = Aceleração da gravidade, 32,17 ft/s², 9,8 m^2/s;

Velocidade Cinética X Altura (unidades U.S):

Velocidade Cinética (pés/s)	Altura (pés).	Velocidade Cinética (pés/s	Altura (pés)	Velocidade Cinética (pés/s	Altura (pés)	Velocidade Cinética (pés/s	Altura (pés)
1.0	0.02	**6.0**	0.56	**9.5**	1.4	**12.0**	2.24
2.0	0.06	**7.0**	0.76	**10.0**	1.55	**13.0**	2.62
3.0	0.14	**8.0**	1.0	**10.5**	1.7	**14.0**	3.05
4.0	0.25	**8.5**	1.12	**11.0**	1.87	**15.0**	3.50
5.0	0.39	**9.0**	1.25	**11.5**	2.05	**20.0**	6.20

Obs: **1.0 ft** (pé) = 0,304 m (metros) - **1.0 ft/s** = 0,304 m/s.

Altura Manométrica Total: É a **distância vertical** do nível do fluido ao ponto de descarga do bombeamento, na capacidade necessária, velocidade cinética, atrito, perdas de pressão, etc. Quando uma bomba é instalada, a pressão desenvolvida como já explicado acima, também é comumente chamada altura manométrica na saída da bomba ou do lado de sucção da bomba.

Altura Manométrica Positiva: O **nível** do líquido está **acima** da linha central da bomba: **Altura Manométrica Total:** É a altura total **menos** a altura do **nível de sucção** quando instalada por **baixo** reservatório.	**Altura Manométrica Negativa:** O **nível** do líquido está **abaixo** da linha central da bomba: **Altura Manométrica Total:** É a altura total **mais** a altura do **nível de sucção** quando instalada por **cima** do reservatório.
	
TDH = altura de descarga – altura de sucção: **TDH = Hd - Hs (sucção por baixo do reservatório)**	**TDH = altura de descarga + altura de sucção:** **TDH = Hd + Hs (sucção por cima do reservatório).**

Notas:

1) Altura de Sucção Estática: Ou elevação estática é a distância **vertical** entre a **linha central da bomba** e a altura do nível de água quando a bomba **não está** operando. A altura de suc-

ção estática (h) é **positiva** quando o nível do fluido está **acima** da **linha central da bomba** e **negativa** quando o nível do fluido está **abaixo** da **linha central da bomba**, como pode ser visto no esboço acima.

2) Altura Manométrica Estática: É a medida da diferença de elevação entre a linha central da bomba e o ponto final de uso.

3) Altura Total de Descarga: É a altura manométrica total menos a altura do nível de sucção.

4) Altura Dinâmica de Sucção: É a distância vertical do nível do fluído até a linha central da bomba, menos velocidade cinética e atrito (não considerar perda de pressão interna da bomba).

a) Altura de Sucção Total (Hs): Consiste em três tipos de alturas. A formula é:

Hs = hss + hps – hfs =

hss = Altura estática de sucção;
hps = Altura da pressão de sucção na superfície;
hfs = Altura de atrito na sucção.

b) Altura Total de Descarga (Hd): Também consiste em três tipos de alturas. A formula é:

Hd = hsd + hpd + hfd =

hsd = Altura estática de descarga;
hpd = Altura de pressão na descarga;
hfd = Altura de atrito na descarga.