

Petróleo Brasileiro S.A

PETROBRAS

Técnico - Operação

SUMÁRIO

LÍNGUA PORTUGUESA.....	9
■ COMPREENSÃO E INTERPRETAÇÃO DE TEXTOS DE GÊNEROS VARIADOS.....	9
■ RECONHECIMENTO DE TIPOS TEXTUAIS.....	11
Narração.....	11
Descrição.....	12
Dissertação.....	15
■ DOMÍNIO DA ORTOGRAFIA OFICIAL.....	15
■ EMPREGO DAS CLASSES DE PALAVRAS.....	16
SUBSTANTIVOS.....	17
ADJETIVOS.....	19
ADVÉRBIOS.....	21
PRONOMES.....	24
VERBOS.....	27
PREPOSIÇÕES.....	32
CONJUNÇÕES.....	35
■ RECONHECIMENTO E EMPREGO DAS ESTRUTURAS MORFOSSINTÁTICAS DO TEXTO.....	36
RELAÇÕES DE REGÊNCIA ENTRE TERMOS.....	36
RELAÇÕES DE CONCORDÂNCIA ENTRE TERMOS.....	38
SINAIS DE PONTUAÇÃO.....	42
■ REESCRITURA DE FRASES E PARÁGRAFOS DO TEXTO.....	44
MATEMÁTICA.....	55
■ TEORIA DOS CONJUNTOS: CONJUNTOS NUMÉRICOS.....	55
RELAÇÕES ENTRE CONJUNTOS.....	58
■ FUNÇÕES EXPONENCIAIS, LOGARÍTMICAS E TRIGONOMÉTRICAS.....	60
EQUAÇÕES DE 1º GRAU.....	62
EQUAÇÕES POLINOMIAIS REDUZIDAS AO 2º GRAU.....	63

EQUAÇÕES EXPONENCIAIS, LOGARÍTMICAS E TRIGONOMÉTRICAS.....	63
■ ANÁLISE COMBINATÓRIA	68
PERMUTAÇÃO	68
ARRANJO	69
COMBINAÇÃO.....	69
EVENTOS INDEPENDENTES	70
■ PROGRESSÃO ARITMÉTICA E PROGRESSÃO GEOMÉTRICA.....	70
■ MATRIZES.....	74
DETERMINANTES.....	76
Matriz de Ordem 1	76
Matriz de Ordem 2	76
MATRIZ DE ORDEM 3	76
Matriz de Ordem 4 Ou Superior.....	77
COFATOR	77
SISTEMAS LINEARES.....	78
Sistemas de Equações de Primeiro Grau (Sistemas Lineares)	78
Sistemas de Equações do 2º Grau	79
■ TRIGONOMETRIA.....	79
GEOMETRIA PLANA	79
GEOMETRIA ESPACIAL.....	100
■ GEOMETRIA ANALÍTICA: EQUAÇÃO DA RETA, PARÁBOLA E CÍRCULO	109
■ MATEMÁTICA FINANCEIRA: CAPITAL, JUROS SIMPLES, JUROS COMPOSTOS, MONTANTE.....	110
 BLOCO I	 117
■ ÁCIDOS, BASES, SAIS E ÓXIDOS	117
■ REAÇÕES DE ÓXIDO-REDUÇÃO.....	123
■ CÁLCULOS ESTEQUIOMÉTRICOS	128
■ TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS E EQUILÍBRIO	128
■ CONDIÇÕES DE EQUILÍBRIO	131
■ SOLUÇÕES AQUOSAS	134

DISPERSÕES	135
■ NATUREZA ELÉTRICA DA MATÉRIA	135
■ LEIS DE NEWTON	145
■ ELETROSTÁTICA.....	147
CARGAS E CAMPOS ELETROSTÁTICOS.....	148
CARGAS EM MOVIMENTO	150
ELETROMAGNETISMO.....	150
■ TERMODINÂMICA BÁSICA	154
■ QUÍMICA ORGÂNICA: HIDROCARBONETOS E POLÍMEROS	158
■ NOÇÕES DE METROLOGIA.....	166
■ NOÇÕES DE ELETRICIDADE E ELETRÔNICA.....	169
 BLOCO II.....	 175
■ ESTÁTICA, CINEMÁTICA E DINÂMICA	175
CONSERVAÇÃO DE ENERGIA MECÂNICA	181
■ TERMOQUÍMICA	185
ESCALAS DE TEMPERATURA.....	185
PROPRIEDADES E PROCESSOS TÉRMICOS.....	186
MÁQUINAS TÉRMICAS E PROCESSOS NATURAIS.....	188
■ RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA	189
■ HIDROSTÁTICA	191
■ ESTUDO DOS GASES	195
 BLOCO III.....	 197
■ NOÇÕES DE CONTROLE DE PROCESSO	197
■ NOÇÕES DE OPERAÇÕES UNITÁRIAS	198
■ NOÇÕES DE EQUIPAMENTOS DE PROCESSO.....	199
BOMBAS CENTRÍFUGAS E ALTERNATIVAS	199
PERMUTADORES DE CASCO/TUBO	201
TUBULAÇÕES INDUSTRIAIS.....	202

VÁLVULAS E ACESSÓRIOS	202
■ SEGURANÇA, MEIO AMBIENTE E SAÚDE.....	202
■ MECÂNICA DOS FLUIDOS	204
■ TRANSMISSÃO E TRANSMISSORES PNEUMÁTICOS E ELETRÔNICOS.....	204

NOÇÕES DE CONTROLE DE PROCESSO

O controle de processo constitui uma área da engenharia de automação e instrumentação voltada ao gerenciamento dinâmico de variáveis operacionais dentro de sistemas industriais. Seu papel central é garantir que as condições de operação permaneçam dentro de faixas predefinidas, assegurando o desempenho seguro, eficiente e estável da planta.

Nos ambientes industriais, como refinarias, plataformas offshore, indústrias químicas e alimentícias, diferentes parâmetros precisam ser monitorados e ajustados continuamente, como temperatura, pressão, vazão, nível e composição química. Esses parâmetros, denominados variáveis de processo, estão sujeitos a perturbações internas (como falhas mecânicas ou desgaste de componentes) e externas (como variações ambientais ou mudanças na demanda).

Manter o equilíbrio entre as variáveis desejadas e as reais exige a aplicação sistemática de técnicas de controle, combinando sensores, atuadores, controladores e algoritmos para responder de forma adequada às variações e manter a estabilidade do processo.

ESTRUTURA DE UM SISTEMA DE CONTROLE

Um sistema de controle de processo é constituído por quatro elementos fundamentais, cuja interação regula a operação de um equipamento ou de um conjunto de equipamentos. O primeiro elemento é o Set Point (SP), também chamado de ponto de ajuste, que representa o valor desejado para a variável de processo, como, por exemplo, manter a temperatura de um reator em 120 °C. O segundo elemento é a Variável de Processo (PV), que corresponde ao valor real da variável, sendo obtido por meio de sensores instalados no sistema.

O terceiro elemento do sistema de controle é o Controlador, responsável por comparar o valor medido (PV) com o valor de referência (SP). A partir dessa comparação, o controlador calcula o erro, ou seja, a diferença entre os dois valores, e determina a ação corretiva necessária para minimizar esse erro. Essa ação será então encaminhada ao quarto elemento: o Elemento Final de Controle, também conhecido como atuador, que executa a correção por meio de dispositivos como válvulas de controle, motores ou bombas.

Esses quatro elementos formam um ciclo contínuo de funcionamento, no qual ocorre a medição da variável, sua comparação com o ponto de ajuste, a definição da ação de controle e a execução da correção. Esse ciclo garante a constância e a precisão do processo, mesmo diante de perturbações. A eficácia desse sistema está relacionada ao tipo de controle adotado e às características específicas do processo em que está inserido.

Tipos de Controle

● Controle Manual

A atuação é feita diretamente pelo operador, que interpreta os dados fornecidos pelos instrumentos e ajusta manualmente as variáveis por meio de válvulas, botões ou outros mecanismos físicos. Embora ainda utilizado em sistemas simples ou emergenciais, o controle manual apresenta limitações significativas em termos de precisão, agilidade e confiabilidade.

● Controle Automático

É aquele realizado por meio de sistemas de instrumentação e automação que integram sensores, controladores programáveis e atuadores capazes de operar de forma autônoma, sem necessidade de intervenção humana direta. Esse tipo de controle pode utilizar controladores analógicos ou digitais, que realizam cálculos em tempo real com base nas informações recebidas do processo. Pode empregar redes de comunicação industrial que conectam sensores e atuadores a sistemas supervisórios, como SCADA, DCS e PLCs, possibilitando uma atuação coordenada e eficiente.

Os algoritmos de controle também são importantes para o processo, que incluem estratégias como PID, lógica fuzzy, controle adaptativo e modelos preditivos. Esses algoritmos são responsáveis por definir a melhor resposta do sistema frente às variações das variáveis de processo, garantindo precisão e estabilidade nas ações corretivas. A escolha do algoritmo depende das características do processo e dos objetivos de desempenho definidos para a planta.

Malhas de Controle

● Malha Aberta

Neste modelo, a ação de controle é realizada com base em uma entrada predefinida, sem levar em consideração a resposta real do processo. Isso significa que não há retroalimentação, ou seja, o sistema não verifica se a ação executada realmente resultou no efeito desejado. Dessa forma, qualquer desvio ou perturbação que ocorra durante a operação não será detectado nem corrigido pelo sistema.

Um exemplo de malha aberta é o uso de um temporizador para acionar uma resistência elétrica por um tempo fixo, como 10 minutos, independentemente da temperatura que o ambiente ou o equipamento venha a atingir. Nesse caso, o controle acontece de maneira cega, pois não há monitoramento do valor final da variável de interesse. Esse tipo de controle é comum em processos simples, em que a precisão não é crítica ou em situações onde os custos precisam ser reduzidos.

● Malha Fechada

Na malha fechada, o sistema de controle opera com base na retroalimentação contínua da variável de processo. O controlador compara constantemente o valor medido (PV) com o valor de referência (SP) e, ao identificar um erro, calcula a ação corretiva necessária. Esse ciclo de monitoramento e correção garante que o processo se mantenha dentro dos parâmetros desejados, mesmo diante de perturbações internas ou externas.

A presença de feedback é o diferencial da malha fechada, pois permite que o sistema se ajuste dinamicamente conforme as variações observadas no processo. Isso torna o controle mais preciso, estável e confiável, características essenciais em aplicações industriais que exigem alto desempenho e segurança operacional. Esse tipo de controle é amplamente utilizado em processos complexos e críticos, onde pequenas variações podem comprometer a qualidade do produto ou a integridade do sistema.

Um exemplo de malha fechada é o controle de pressão em um tanque por meio de uma válvula proporcional. O sistema mede continuamente a pressão interna e, ao detectar qualquer variação, ajusta automaticamente a abertura da válvula para manter a pressão constante, mesmo com alterações na vazão de entrada ou saída. Esse controle assegura a estabilidade do processo e evita oscilações indesejadas.

Ações de Controle: P, I, D e suas Combinações

A ação de controle é a maneira como o controlador reage ao erro identificado entre a variável de processo (PV) e o ponto de ajuste (SP). Nos sistemas industriais modernos, as ações mais utilizadas são a Proporcional (P), a Integral (I) e a Derivativa (D), que podem ser aplicadas isoladamente ou em conjunto. Quando combinadas, essas ações formam os chamados controladores PID, amplamente empregados em processos que exigem precisão, estabilidade e resposta rápida.

No controle proporcional (P), o esforço de correção aplicado é diretamente proporcional ao valor do erro. Ou seja, quanto maior o desvio entre o valor medido e o desejado, mais intensa será a ação corretiva. Essa característica confere ao sistema uma resposta rápida e simples, mas com a limitação de não eliminar totalmente o erro de regime permanente, o chamado offset. Embora eficiente para ajustes imediatos, o controle proporcional pode não ser suficiente em processos que exigem alta precisão.

O controle integral (I) atua sobre o erro acumulado ao longo do tempo, corrigindo desvios persistentes que não foram totalmente eliminados pela ação proporcional. Seu papel é eliminar o offset, promovendo o retorno da variável ao valor de referência. No entanto, essa ação pode tornar o sistema mais lento e propenso a oscilações, especialmente quando há demora na resposta ou quando o acúmulo de erro é elevado. Portanto, seu uso exige cuidado no ajuste dos parâmetros.

Já o controle derivativo (D) considera a taxa de variação do erro, antecipando tendências de aumento ou redução e agindo preventivamente. Essa ação funciona como um amortecedor, suavizando a resposta do sistema e prevenindo oscilações bruscas. Embora útil para melhorar a estabilidade e a velocidade de resposta, o controle derivativo é sensível a ruídos e requer o uso de filtros para evitar falsas leituras, o que pode dificultar sua aplicação em ambientes industriais com muita interferência.

Quando essas três ações são combinadas, formam o controlador PID, considerado o mais completo e versátil para aplicações industriais. A ação proporcional garante uma resposta imediata, a integral elimina o erro de regime e a derivativa previne oscilações, promovendo um equilíbrio eficaz entre rapidez, precisão e estabilidade. Mas o bom desempenho do PID depende da sintonia adequada de seus parâmetros, tarefa que pode ser feita por métodos empíricos, como

Ziegler-Nichols, ou com apoio de softwares especializados e técnicas computacionais.

O controlador PID é aplicado em diferentes setores da indústria. No controle de temperatura, por exemplo, é utilizado em fornos industriais, trocadores de calor e reatores para manter a temperatura estável mesmo com variações na carga térmica. No controle de nível, válvulas são automaticamente ajustadas em tanques de armazenamento para manter o conteúdo dentro dos limites estabelecidos. Também é comum o uso do PID no controle de vazão, onde bombas e válvulas modulantes operam de acordo com a demanda, equilibrando pressão e volume. Mais um exemplo é o controle de pH em processos químicos, no qual dosadores realizam ajustes finos em tempo real, assegurando a qualidade do produto e o cumprimento de normas ambientais.

NOÇÕES DE OPERAÇÕES UNITÁRIAS

As operações unitárias são os blocos fundamentais da engenharia de processos, pois são as etapas básicas que ocorrem durante a transformação de matérias-primas em produtos acabados. Esses processos envolvem mudanças físicas e químicas em substâncias, e cada operação é tratada como uma função isolada dentro do todo produtivo. O termo “unitária” indica que essas operações possuem natureza genérica e podem ser replicadas em diferentes indústrias com as devidas adaptações.

A padronização das operações unitárias permite sua aplicação em diversas áreas da indústria, como a petroquímica, a farmacêutica, a alimentícia e a de tratamento de água e efluentes. Isso ocorre porque as transformações envolvidas, embora com finalidades distintas, compartilham princípios físicos ou químicos semelhantes. Por exemplo, o aquecimento de uma solução em uma indústria farmacêutica e a troca térmica de um fluido em uma refinaria utilizam os mesmos fundamentos de transferência de calor.

Essas operações são tradicionalmente classificadas em três grandes grupos: físicas, químicas e físico-químicas. As operações físicas envolvem modificações no estado físico das substâncias sem alteração de sua composição química. Entre elas, destacam-se o transporte de fluidos por meio de tubulações ou bombas, a transferência de calor em trocadores térmicos, e a separação mecânica, que pode incluir técnicas como filtração, sedimentação e centrifugação.

As operações químicas, por sua vez, são caracterizadas pela transformação da estrutura molecular das substâncias envolvidas. Nesses processos, ocorrem reações químicas como neutralização, oxidação, redução, polimerização e craqueamento catalítico, dependendo do setor industrial. Essas reações são geralmente conduzidas em reatores químicos, que operam sob condições rigorosamente controladas de temperatura, pressão e tempo de residência.

Também há as operações físico-químicas, que combinam aspectos físicos e químicos, sendo utilizadas em processos que envolvem a transferência de massa entre fases distintas. Entre bons exemplos estão a absorção de gases em líquidos, a adsorção de compostos em sólidos porosos, a extração de componentes usando solventes seletivos e a destilação, que separa misturas com base nas diferenças de volatilidade.

NOÇÕES DE EQUIPAMENTOS DE PROCESSO

BOMBAS CENTRÍFUGAS E ALTERNATIVAS

Sistemas de Bombeamento

Nem sempre transportar água ou esgoto é tarefa simples, principalmente quando o fluxo por gravidade não é possível de ser utilizado. Nesses casos, surgem os sistemas de bombeamento, os quais, por meios eletromecânicos, transferem o líquido de uma cota topográfica mais baixa para uma mais alta.

Nos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, a adução mista (gravidade e bombeamento) é bastante comum, já que, geralmente, a topografia das áreas urbanas possui altimetria variável, o que torna o bombeamento inevitável. A captação, adução, reservação e distribuição, em muitos casos, ocorrem por meio de conjuntos integrados de bombeamento. É bastante comum a presença de estações elevatórias, que comportam conjuntos motobomba, que, por meios variados, fazem o transporte de água e esgoto para pontos estratégicos previamente estabelecidos.

O bombeamento também acontece em pequena escala nas unidades de tratamento, dependendo do tipo de sistema e da sua engenharia de implementação. No mercado existem diversos tipos de equipamentos eletromecânicos que são usados para essas finalidades mencionadas anteriormente. Aqui, veremos sobre as bombas dosadoras, centrífugas e submersivas, com noções básicas de funcionamento e utilização.

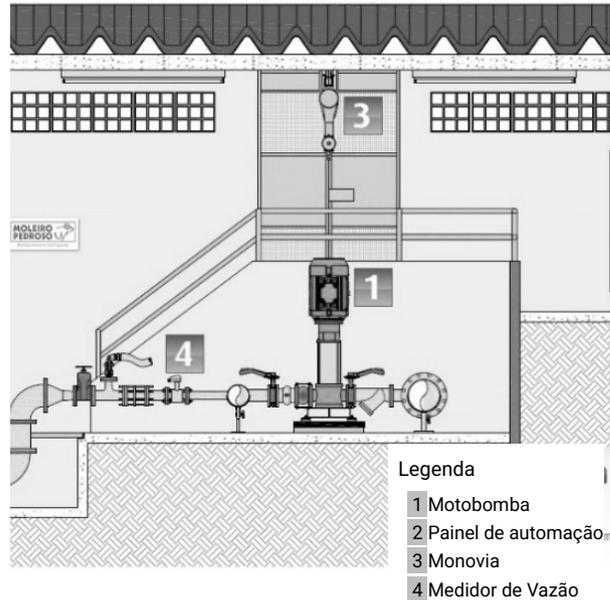
Estações Elevatórias

A Estação Elevatória de Água (EEA) é constituída por um sistema interligado de conjunto motobombas, válvulas, acessórios, que estão conectados a um reservatório ou poço de sucção contendo volume mínimo, constante e contínuo de água, de modo que tenha quantidade suficiente para manter o conjunto motor-bomba ligado normalmente. Há diversas variações de elevatórias, sendo implantadas em pontos de recalque estrategicamente definidos. Os equipamentos que compõem a EE são instalados na Casa de Bombas (abrigo de bomba, motor, registro, tubos e acessórios).

A Estação Elevatória de Água Bruta (EEAB) transporta água *in natura*, captada dos mananciais, de um nível mais baixo para um nível mais alto, que pode ser a estação de tratamento de água ou reservatórios de água bruta.



Representação esquemática de uma estação elevatória¹



Partes de uma estação elevatória²

No sistema de abastecimento, é muito comum a implementação de Estação Elevatória de Água Tratada (EEAT), que recalca água tratada para pontos mais altos da cidade, inclusive reservatórios em pontos localizados em níveis estratégicos do perímetro urbano. Desses locais, o abastecimento, comumente, segue por gravidade.

No tratamento de esgotos domésticos, é bastante comum a presença de Estação Elevatória de Esgoto (EEE), que captam efluentes em locais mais baixos para locais mais altos. Vale ressaltar que esse bombeamento deve ocorrer com a remoção prévia de sólidos grosseiros, que podem causar entupimentos das tubulações de conjuntos motor-bombas.

Bomba Dosadora

Como o próprio nome sugere, bomba dosadora é um equipamento capaz de dosar quantidade precisa de fluido entre o ponto em que ela é colocada e um ponto de interesse. Elas funcionam por pulsação, que tem a função de transferir uma vazão de líquido conhecida, constante e ajustável, viabilizando a automação do sistema e o fluxo contínuo. As dosadoras possuem critérios técnicos importantíssimos de sensibilidade e precisão, variando conforme a finalidade à qual se destinam, a faixa de vazão de trabalho, entre outros parâmetros.



Bomba dosadora³

1 Disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/agua4.htm>. Acesso em: 09 ago. 2022.

2 Disponível em: <http://www.moleiro.com.br/produtos.asp>. Acesso em: 09 ago. 2022.

3 Disponível em: <https://www.prominent.com.br/pt/Produtos/Produtos/Bombas-dosadoras/Bombas-dosadoras-de-diafragma-solenoides/p-beta.html>. Acesso em: 09 ago. 2022.

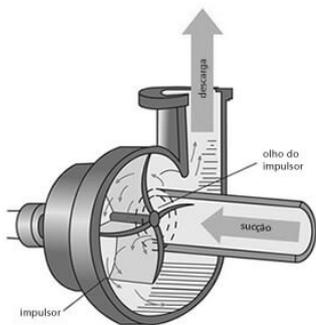
Elas são comumente utilizadas nas estações de tratamento de água e esgoto para dosar produtos químicos em solução, como, por exemplo, ácido fluossilícico e sulfato de alumínio diluído, entre outros. Além dessas aplicações, as bombas dosadoras também são empregadas em outros segmentos industriais, como na indústria química.

Os dosadores de produtos químicos são dispositivos capazes de liberar quantidades pré-fixadas desses produtos na unidade de tempo dispondo dos meios para permitir o ajuste da quantidade liberada, dentro de limites que caracterizam sua capacidade. (EMBASA. Universidade Corporativa. Tratamento de água. Curso para operador de estação de tratamento de água, 2018)

Existem procedimentos de manutenção preventiva ou corretiva que devem ser levados em consideração, sendo eles limpeza de válvulas de retenção, filtros e sistemas de injeção. Esses processos irão promover maior robustez ao seu uso, eficiência e durabilidade.

Centrífuga

As bombas centrífugas funcionam a partir da conversão de energia mecânica inerente ao movimento de uma peça hidráulica denominada de rotor, que gira em velocidade elevada. Essas rotações impulsionam o fluido, recalando para a tubulação de saída, ou seja, para o ponto desejado. Princípios físicos relacionados à centrifugação e pressão, juntamente com conceitos hidráulicos associados a vazão, descrevem o porquê de elas serem tão eficientes para bombear líquidos. O movimento do rotor promove energia cinética, que é direcionada rapidamente para um compartimento denominado voluta, que viabiliza a transformação dessa energia em pressão, que é capaz de recalcar o fluido.

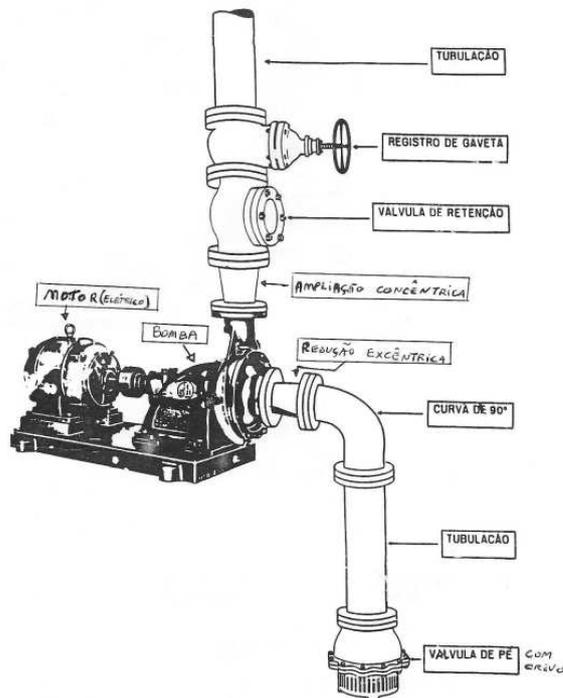


Bomba centrífuga⁴

As principais partes que constituem um conjunto motobomba, composta por uma bomba centrífuga acoplada a um motor, são:

- **Sucção:** canal de entrada do fluido;
- **Válvula de pé com crivo:** responsável por promover um fluxo de entrada livre de sólidos grosseiros e manter a tubulação de sucção cheia, evitando entrada de ar;
- **Válvula de retenção:** controle da entrada do fluido e sua permanência no caso de paradas inesperadas

- **Rotor:** responsável por rotacionar e gerar energia;
- **Motor:** responsável pelo acionamento da bomba;
- **Recalque:** canal de saída do fluido bombeado;
- **Difusor ou Voluta:** compartimento que viabiliza a transformação de energia cinética em pressão, possibilita a coleta, encaminha o líquido expelido pelo rotor e o direciona para a tubulação de recalque;
- **Registro de gaveta:** controla o fluxo de saída, lentamente, do fluido para tubulação de bombeamento, não sendo recomendado ser mantido fechado durante o funcionamento, nem desligar de forma inesperada com o registro aberto;
- **Monômetro:** instrumento utilizado para medir a pressão manométrica, a qual é definida como a diferença de pressão absoluta entre um ponto de estudo conhecido e a pressão atmosférica.



Sistema de bombeamento utilizando a bomba centrífuga acoplada a um motor elétrico⁵

Elas são indicadas e amplamente utilizadas para transportar grandes volumes de água e efluentes, sendo implantadas em sistemas de captação de água, estações elevatórias de água e esgoto, abastecimento de carro pipa, reservação por recalque, entre outras. As centrífugas são fabricadas e comercializadas para trabalhar em diferentes intensidades de vazão e pressão. É bastante comum sua associação com motores, os denominados conjuntos motobomba. Os motores possuem diferentes faixas de potência e, quando são acopladas às bombas, eles promovem um eficiente e robusto sistema de bombeamento.

4 Disponível em: <https://degraus.com.br/entenda-o-funcionamento-de-uma-bomba-centrifuga/>. Acesso em: 09 ago. 2022.

5 Disponível em: http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM120/APOSTILA_MH/11_AULA.PDF. Acesso em: 09 ago. 2022.



Conjunto motobomba, constituído pela bomba centrífuga, motor e quadro de comando⁶

A sucção da bomba pode ser tanto positiva, quanto negativa. Quando ela é instalada em cota superior ao ponto de sucção (situação mais comum), é denominada de sucção positiva. Quando a cota de retirada do fluido é inferior ao ponto de sucção, denominamos de sucção negativa ou afogada.

Um dos problemas operacionais comuns na utilização desses sistemas é a cavitação da bomba centrífuga. Isso ocorre devido à falta de lubrificação interna dentro do motor e à pressão interna menor do que a pressão de vapor, que faz o óleo evaporar, ocasionando ruídos incomuns e gerando desgaste das peças e defeitos eletromecânicos. Nas estações de tratamento de reservatórios com baixa carga, isso tudo pode levar à cavitação das bombas, o que requer um controle operacional por parte do operador para identificar iminência de cavitação, evitando que ela ocorra, ou até mesmo intervir em caso de constatação dessa falha.

Submersiva

As submersivas são bombas desenvolvidas para trabalhar submersas no fluido bombeado por ela. Com isso, umas das principais diferenças em relação às centrífugas é que ela é revestida por um recipiente hermeticamente fechado, que a isola do meio aquoso superior, conforme a figura seguir:



Bomba submersível⁷

O compartimento à volta do motor é geralmente preenchido com óleo para protegê-lo de danos, impedindo a entrada de qualquer líquido que possa causar um curto-circuito. Quando uma bomba está submersa há pressão positiva de fluido na entrada da bomba. Esta condição pode criar maior eficiência devido à menor energia necessária para mover o fluido através do caminho líquido da bomba. Uma bomba submersível opera empurrando, ao contrário do desenho, líquido durante o processo de bombeamento. Isso é extremamente eficiente porque a bomba usa a cabeça do líquido em que está submersa para operar e nenhuma energia é gasta na extração do líquido na bomba.⁸

Um aspecto muito importante a ser considerado é que as submersíveis, por estarem mergulhadas nos líquidos, possuem constante resfriamento do sistema, o que evita problemas de superaquecimento.

As principais utilizações das bombas submersíveis são no tratamento de água e esgoto, sistemas de drenagem, mineração, entre outros. Sistemas de bombeamento em profundidade, comumente, empregam essas bombas para sucção de líquidos, por conta da eficiência, praticidade e durabilidade, como, por exemplo, na retirada de água de poços artesianos. A desvantagem da sua utilização estaria na limitação de acesso para efetuar reparos relacionados à manutenção preventiva e corretiva.

PERMUTADORES DE CASCO/TUBO

Os permutadores de calor são equipamentos para processos industriais nos quais há necessidade de transferência térmica entre dois fluidos com temperaturas distintas. O modelo de casco e tubo é amplamente empregado, sobretudo em setores como o petroquímico, alimentício e energético. Esse tipo de permutador é constituído por um feixe de tubos internos alojados dentro de um casco cilíndrico, permitindo que os fluidos circulem separadamente em regiões distintas do equipamento.

Um dos fluidos escoam internamente aos tubos, enquanto o outro percorre o espaço entre os tubos e o casco, promovendo a troca de calor sem contato direto entre as substâncias. A eficiência desse processo depende de variáveis operacionais, como a velocidade de escoamento, as propriedades térmicas dos materiais e a diferença de temperatura entre os fluidos. O arranjo dos tubos também exerce papel crucial na performance térmica do equipamento, sendo possível configurá-los de diversas maneiras para otimizar o rendimento.

O regime de operação influencia diretamente a eficiência da troca térmica, podendo ser co-corrente, contracorrente ou cruzado. Dentre essas possibilidades, o regime de contracorrente se destaca como o mais eficiente, pois os fluidos circulam em sentidos opostos, o que mantém uma diferença de temperatura mais constante ao longo do equipamento.

A operação desses equipamentos requer atenção contínua com relação a fatores como incrustações, corrosão e variações de pressão. A presença de depósitos nos tubos pode reduzir a área efetiva de troca térmica e comprometer o funcionamento do sistema.

6 Disponível em: <https://www.semab.com.br/bomba-centrifuga>. Acesso em: 09 ago. 2022.

7 Disponível em: <https://eddyump.com/pt-br/educacao/o-que-voce-precisa-saber-sobre-bombas-submersiveis/>. Acesso em: 09 ago. 2022.

8 Ibid.