



CÓD: OP-001JN-24
7908403547630

PETROBRAS

PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.

Operação

EDITAL Nº 1 - PETROBRAS/PSP RH 2023.2

Língua Portuguesa

| | |
|--|----|
| 1. Compreensão e interpretação de textos de gêneros variados. Reconhecimento de tipos textuais: narração, descrição, dissertação | 5 |
| 2. Domínio da ortografia oficial | 14 |
| 3. Emprego das classes de palavras: substantivos, adjetivos, verbos, conjunções, preposições, pronomes, advérbios | 15 |
| 4. Reconhecimento e emprego das estruturas morfossintáticas do texto..... | 21 |
| 5. Relações de regência entre termos..... | 24 |
| 6. Relações de concordância entre termos..... | 25 |
| 7. Sinais de pontuação..... | 27 |
| 8. Reescritura de frases e parágrafos do texto..... | 28 |

Matemática

| | |
|--|-----|
| 1. Teoria dos conjuntos. Conjuntos numéricos. Relações entre conjuntos..... | 53 |
| 2. Funções exponenciais, logarítmicas e trigonométricas. Equações de 1º grau. Equações polinomiais reduzidas ao 2º grau. Equações exponenciais, logarítmicas e trigonométricas | 62 |
| 3. Análise combinatória: permutação, arranjo, combinação. Eventos independentes..... | 78 |
| 4. Progressão aritmética. Progressão geométrica | 81 |
| 5. Matrizes. Determinantes. Sistemas lineares. | 86 |
| 6. Trigonometria. | 96 |
| 7. Geometria plana. Geometria espacial. Geometria analítica: equação da reta, parábola e círculo. | 102 |
| 8. Matemática financeira: capital, juros simples, juros compostos, montante..... | 114 |

Conhecimentos Específicos ***Operação***

| | |
|--|-----|
| 1. Ácidos, bases, sais e óxidos..... | 129 |
| 2. Reações de óxido-redução | 129 |
| 3. Cálculos estequiométricos. | 131 |
| 4. Transformações químicas e equilíbrio. Condições de Equilíbrio | 141 |
| 5. Soluções aquosas | 152 |
| 6. Dispersões..... | 152 |
| 7. Natureza elétrica da matéria. Eletrostática..... | 154 |
| 8. Leis de Newton. | 192 |
| 9. Cargas em movimento. Eletromagnetismo. | 201 |
| 10. Termodinâmica Básica..... | 214 |
| 11. Noções de Instrumentação | 218 |
| 12. Química orgânica: hidrocarbonetos e polímeros. | 219 |
| 13. Noções de Metrologia..... | 249 |
| 14. Noções de eletricidade e eletrônica..... | 283 |
| 15. BLOCO II: Estática, cinemática e dinâmica. | 283 |
| 16. Conservação de Energia Mecânica. | 303 |

ÍNDICE

| | |
|---|-----|
| 17. Propriedades e processos térmicos | 311 |
| 18. Máquinas térmicas e processos naturais. | 311 |
| 19. Termoquímica | 311 |
| 20. Radiação eletromagnética. | 316 |
| 21. Hidrostática | 317 |
| 22. Escalas de temperatura | 319 |
| 23. Estudo dos Gases | 320 |
| 24. BLOCO III: Noções de controle de processo. | 323 |
| 25. Noções de operações unitárias. | 329 |
| 26. Noções de equipamentos de processo: bombas centrífugas e alternativas | 331 |
| 27. permutadores de casco/tubo..... | 335 |
| 28. tubulações industriais, válvulas e acessórios. | 340 |
| 29. Segurança, meio ambiente e saúde | 348 |
| 30. Mecânica dos fluidos | 355 |
| 31. Transmissão e transmissores pneumáticos e eletrônicos | 361 |

Sistema em Malha Aberta

Sistema em malha aberta é aquele em que a informação sobre a variável controlada (no caso da figura 1.2, temperatura do fluido aquecido na saída do trocador) não é utilizada para ajustar quaisquer das variáveis de entrada, visando compensar as variações que ocorrem nas variáveis do processo e que influenciam na variável controlada.

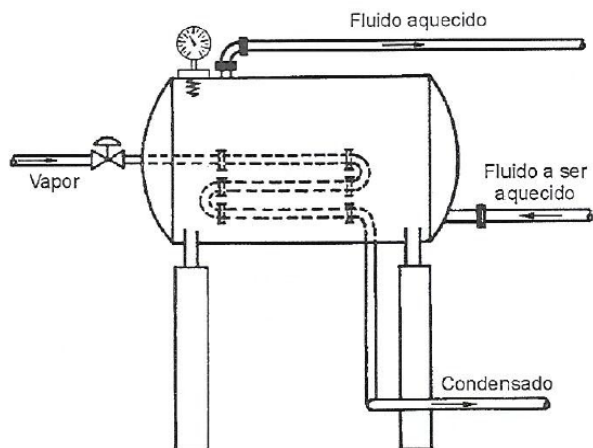


FIGURA 1.2 Processo típico de troca de calor em malha aberta.

O conceito de malha aberta é freqüentemente utilizado nas discussões dos sistemas de controle, para indicar que está se investigando a dinâmica do processo em uma condição não controlada, ou seja, investiga-se apenas a dinâmica do processo.

Sistema em Malha Fechada

No processo típico de troca de calor em análise, bem como nos demais casos de controle de processos, a função fundamental do sistema de controle em malha fechada, ou sistema de controle com realimentação, é manipular a relação entrada/saída de energia ou material, de maneira que a variável controlada do processo seja mantida dentro dos limites estabelecidos, ou seja, o sistema de controle em malha fechada regula a variável controlada (temperatura do fluido aquecido na saída do trocador), fazendo correções em outra variável do processo (vazão do vapor adicionada ao trocador), que é chamada de variável manipulada.

O controle em malha fechada pode ser realizado por um operador humano (controle manual) ou mediante a utilização de instrumentação (controle automático).

Conforme mostrado na figura 1.3, num processo utilizando controle manual o operador terá como função medir a temperatura do fluido aquecido (variável controlada) e corrigir a vazão do vapor adicionado ao trocador (variável manipulada), de forma a manter a temperatura da variável controlada no valor desejado (ponto de ajuste ou set point). Ou seja, o operador irá medir a temperatura do fluido aquecido através do tato; este sinal será comparado mentalmente com a temperatura desejada (ponto de ajuste ou set point), que está armazenada em seu cérebro, com base na diferença entre estes dois "alares (erro ou offset), o operador fará a computação (definirá como e quanto irá atuar) e, em seguida, atuará na válvula de admissão de vapor fazendo a correção.

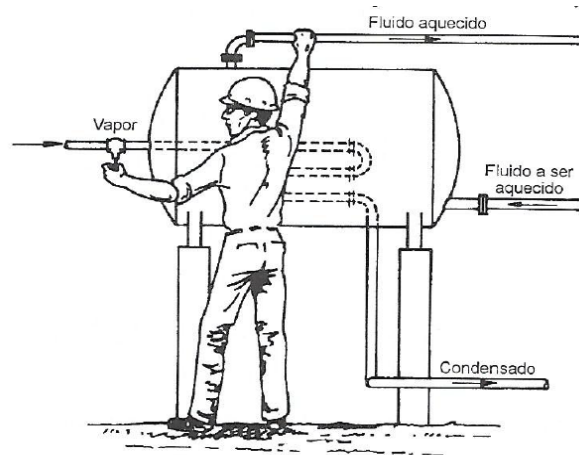


FIGURA 1.3 Processo típico de troca de calor utilizando controle manual.

Caso o processo típico de troca de calor seja controlado utilizando-se controle automático, as ações executadas pelo sistema de controle automático serão as mesmas que as executadas pelo operador quando fazendo controle manual (medir, comparar, computar e corrigir).

Na figura 1.4, a medição é feita pelo transmissor de temperatura (TI); a comparação do valor medido pelo transmissor (TT) com o ponto de ajuste dado pelo operador (set point) para obtenção do valor do erro (valor do erro := valor do ponto de ajuste - valor medido da variável controlada) e a computação (que irá considerar os ajustes e tipos de ações de controle utilizadas) são executadas pelo controlador de temperatura (TRC), enquanto a correção será efetivada pela válvula de controle (TV), com base no sinal recebido do TRC.

A forma de execução e o tempo gasto para efetivação das ações de controle dependem, basicamente, do sistema de controle utilizado e das características do processo controlado. Como as características do processo controlado (capacitâncias, resistências, tempo morto etc.) não podem ser alteradas, o que se faz é especificar o sistema de controle [transmissor, controlador (tipo e ajuste das ações de controle), válvula etc.] mais adequado às características do processo controlado, como forma de se otimizar o rendimento e facilitar a operação adequada do equipamento.

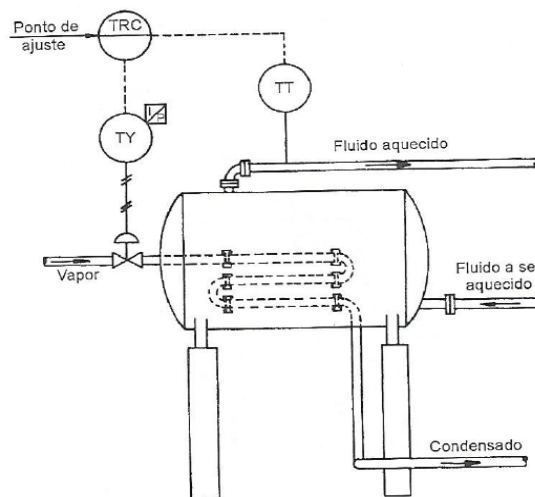


FIGURA 1.4 Processo típico de troca de calor utilizando controle automático.

PRECISÃO (ACCURACY)

- É a tolerância de medição ou de transmissão do instrumento. Define o limite dos erros cometidos quando o instrumento é utilizado em condições normais de serviço. A precisão pode ser expressa de várias maneiras:

- a) em porcentagem do alcance (span);
- b) em unidades da variável medida;
- c) em porcentagem de leitura;
- d) em porcentagem do valor máximo da faixa medida (range);
- e) em porcentagem do comprimento da escala.

- Normalmente, a precisão varia em cada ponto da faixa de medida, embora os fabricantes a especifiquem em toda a faixa do instrumento, indicando seu valor em algumas regiões da escala.

SENSIBILIDADE (SENSITIVITY)

- Valor mínimo que a variável deve mudar para obter-se uma variação na indicação ou transmissão. Normalmente expressa em porcentagem do alcance (span).

REPETIBILIDADE (REPEATIBILITY)

- É a capacidade de reprodução da indicação ou transmissão ao se medir, repetidamente, valores idênticos da variável medida, nas mesmas condições de operação e no mesmo sentido de variação. A repetibilidade é geralmente expressa em porcentagem do alcance (span).

HISTERESE (HYSTERESIS)

Diferença máxima que se observa nos valores indicados pelo instrumento, para um mesmo valor qualquer da faixa de medida, quando a variável percorre toda a escala tanto no sentido crescente como no decrescente. A histerese geralmente é expressa em porcentagem do alcance (span).

ELEVAÇÃO DE ZERO

- É a quantidade com que o valor zero da variável supera o valor inferior da faixa de medida (range). Pode ser expresso em unidades da variável medida ou porcentagem do alcance (span).

SUPRESSÃO DE ZERO

É a quantidade com que o valor inferior de faixa de medida (range) supera o valor zero da variável. Pode ser expresso em unidades da variável medida ou porcentagem do alcance (span).

IDENTIFICAÇÃO E SÍMBOLOS DE INSTRUMENTOS

As normas de instrumentação estabelecem símbolos gráficos e codificações para identificação alfa-numérica de instrumentos ou de funções programadas, que deverão ser utilizadas nos diagramas e malhas de controle de projetos de instrumentação.

O propósito dos símbolos gráficos e codificações estabelecidos pelas normas é estabelecer uma maneira uniforme de identificação dos instrumentos e sistemas de instrumentação, facilitar o entendimento dos diagramas e malhas de instrumentação e viabilizar a comunicação entre usuários, projetistas e fornecedores.

A simbologia/codificação mais utilizada mundialmente na área de instrumentação e controle de processos é a padronizada na norma S 5.1, da ISA (The Instrumentation, Systems and Automation Society, antigamente denominada Instrument Society of America). Existem outras normas que tratam do mesmo assunto, mas que não têm utilização tão ampla no Brasil e no mundo (ex.: RC-22, da SAMA - Scientific Apparatus Makers Association, JIS etc.). Toda norma deve fornecer informações suficientes para que, ao se examinar um documento, se consiga entendê-lo com relativa facilidade. Não deverá ser pré-requisito para este entendimento o conhecimento detalhado de um especialista em instrumentação ou controle de processos. Padronização ISA (The Instrumentation, Systems and Automation Society, antigamente denominada Instrument Society of America) Neste livro adotar-se-á a simbologia/ codificação padronizada pela ISA. Para facilitar o seu entendimento, mostra-se, a seguir, a essência da norma S 5.1 (Instrumentation Symbols and Identification), da The Instrumentation, Systems and Automation Society (ISA), conforme texto extraído do livro Instrumentação Aplicada ao Controle de Caldeiras, de Egídio Alberto Bega, editado pela ISA, em 1998. Na parte inicial da norma ISA S 5.1, é apresentada a definição dos diversos termos utilizados usualmente em instrumentação e controle de processos. A padronização ISA considera que cada instrumento ou função programada será identificado por um conjunto de letras e um conjunto de algarismos. A primeira letra do conjunto de letras indica a variável medida/controlada e as letras subsequentes indicam a função que o instrumento desempenha na malha de controle. O primeiro conjunto de algarismos indica a área/fábrica e o segundo indica a malha à qual o instrumento ou a função programada pertence. Eventualmente, para completar a identificação, poderá ser acrescentado um sufixo.

f) Os termos alto e baixo, quando aplicados a posições de válvulas e outros dispositivos abre-fecha, são definidos como segue: alto denota que a válvula está na, ou se aproxima da, posição completamente aberta, e baixo mostra que ela está na, ou se aproxima da, posição totalmente fechada.

g) O termo registrador aplica-se a qualquer forma de armazenamento permanente de informações que permite recuperação por quaisquer meios.

h) A primeira letra V (vibração ou análise mecânica), desempenha o mesmo papel em monitoração de máquinas que a letra A desempenha em análise de maneira geral. Exceto para a variável vibração, espera-se que as demais variáveis de análise mecânica sejam definidas fora do círculo de identificação.

Em uma malha, a primeira letra de identificação funcional é selecionada de acordo com a variável medida ou controlada e não de acordo com a variável manipulada. Adicionalmente, a identificação funcional de um instrumento é feita de acordo com a função por ele executada e não de acordo com a sua construção.

A seqüência de letras de identificação funcional de um instrumento ou função programada, começa com uma primeira letra selecionada de acordo com a tabela 1.1. As letras de funções passiva ou de informação devem seguir em qualquer ordem, as letras de funções ativa ou de saída seguem-nas também em qualquer ordem, com exceção da letra de função de saída C (controle), que deve preceder a letra V (válvula), quando ambas coexistirem. Se forem utilizadas letras modificadoras, estas deverão ser interpostas de forma que fiquem posicionadas seguindo imediatamente as letras que elas modificam.

A tabela a seguir mostra um exemplo de instrumento identificado de acordo com a norma ISA S 5.1, onde:

- T variável medida ou iniciadora: TEMPERATURA;
- R função passiva ou de informação: REGISTRADOR;
- C função ativa ou de saída: CONTROLADOR;
- 210 - área de atividade ou fábrica, onde o instrumento ou função programada atua;
- 02 número seqüencial da malha;
- A sufixo.

Exemplo de Identificação de Instrumento (de Instrumentação Aplicada ao Controle de Caldeiras - Bega, E. A. - ISA)

| | | | | |
|------------------------------|--------|------------------------|------------------------|--------|
| T | R C | 210 | 02 | A |
| VARIÁVEL | FUNÇÃO | ÁREA DE ATIVIDADES | Nº SEQUENCIAL DA MALHA | SUFIXO |
| IDENTIFICAÇÃO FUNCIONAL | | IDENTIFICAÇÃO DA MALHA | | |
| IDENTIFICAÇÃO DO INSTRUMENTO | | | | |

A identificação da malha consiste da primeira letra e do número de sua identificação (no exemplo da tabela anterior, a identificação da malha é T-21002). Cada instrumento dentro de uma mesma malha tem associado a ele um mesmo número de malha e a mesma primeira letra. Cada malha tem uma única identificação de malha. Um instrumento comum a duas ou mais malhas deve carregar a identificação da malha que for considerada predominante.

A numeração da malha pode ser feita de forma paralela ou serial!. No caso da numeração paralela inicia-se uma seqüência numérica para cada nova letra, por exemplo, TIC-21000, FRC-21000, LIC-21000, AI21000 etc. No caso de numeração serial, utiliza-se uma seqüência simples de números para um projeto ou para grandes seções de um projeto, independentemente da primeira letra de identificação da malha; por exemplo, TIC-21000, FRC-21001, LIC-21002, AI-21003 etc. Uma seqüência de numeração pode começar com 1 ou qualquer outro número conveniente, tal como 01, 001, 301, 1401,21001.

Usualmente, na indústria, utiliza-se a numeração paralela.

O número de letras funcionais agrupadas para um instrumento deve ser mantido em um valor mínimo, de acordo com o julgamento do usuário. O número total de letras dentro de um grupo não deve exceder a quatro. Todas as letras da identificação funcional deverão ser letras maiúsculas. Se uma dada malha tem mais de um instrumento com a mesma identificação funcional, um sufixo pode ser adicionado ao número da malha; por exemplo, FV-21002A, FV-21002B, FV-21002C etc., ou TE-21005-1, TE-21005-2 etc. Entretanto, pode ser mais conveniente ou lógico, em certos casos, designar um par de transmissores; por exemplo, como IT-21002 e FT-21003, ao invés de FT-21002A e FT-21002B.

Conceitos Fundamentais

Alguns conhecimentos são fundamentais para que se possa estudar de forma adequada a disciplina denominada Operações Unitárias, como conhecimentos sobre conversão de unidades, unidades que podem ser medidas lineares, de área, de volume, de massa, de pressão, de temperatura, de energia, de potência. Outro conceito-base para “Operações Unitárias” é o de Balanço, tanto Material quanto Energético.

Conversão de unidades

É necessário conhecer as correlações existentes entre medidas muito utilizadas na Indústria Química, como é o caso das medidas de temperatura, de pressão, de energia, de massa, de área, de volume, de potência e outras que estão sempre sendo correlacionadas.

Alguns exemplos de correlações entre medidas lineares:

- 1 ft = 12 in
- 1 in = 2,54 cm
- 1 m = 3,28 ft
- 1 m = 100 cm = 1.000 mm
- 1 milha = 1,61 km
- 1 milha = 5.280 ft
- 1 km = 1.000 m

Alguns exemplos de correlações entre áreas

- 1 ft² = 144 in²
- 1 m² = 10,76 ft²
- 1 alqueire = 24.200 m²
- 1 km² = 106 m²

Alguns exemplos de correlações entre volumes

- 1 ft³ = 28,32 L
- 1 ft³ = 7,481 gal
- 1 gal = 3,785 L
- 1 bbl = 42 gal
- 1 m³ = 35,31 ft³
- 1 bbl = 0,159 1 m³

Alguns exemplos de correlações entre massas

- 1 kg = 2,2 lb 1 lb = 454 g
- 1 kg = 1.000 g 1 t = 1.000 kg

Alguns exemplos de correlações entre pressões

- 1 atm = 1,033 kgf/cm²
- 1 atm = 14,7 psi (lbf/in²)
- 1 atm = 30 in Hg
- 1 atm = 10,3 m H₂O
- 1 atm = 760 mm Hg
- 1 atm = 34 ft H₂O
- 1 Kpa = 10⁻² kgf/cm²

Algumas observações sobre medições de pressão:

- Pressão Absoluta = Pressão Relativa + Pressão Atmosférica
- Pressão Barométrica = Pressão Atmosférica
- Pressão Manométrica = Pressão Relativa

Alguns exemplos de correlações entre temperaturas

- t^{°C} = (5/9)(t^{°F} – 32)
- t^{°C} = (9/5)(t^{°C}) + 32
- tK = t^{°C} + 273
- tR = t^{°F} + 460 (temperatures absolutas)

Algumas observações sobre medições de temperatura:

- Zero absoluto = –273°C ou – 460°F
- (D^{°C}/D^{°F}) = 1,8
- (DK/DR) = 1,8

Alguns exemplos de correlações entre potências

- 1 HP = 1,014 CV
- 1 HP = 42,44 BTU/min
- 1KW = 1,341 HP
- 1 HP = 550 ft.lbf/s
- 1KW = 1 KJ/s
- 1 KWh = 3.600 J
- 1KW = 1.248 KVA

Alguns exemplos de correlações de energia

- 1 Kcal = 3,97 BTU
- 1BTU = 252 cal
- 1BTU = 778 ft.lbf
- 1Kcal = 3,088 ft.lbf
- 1Kcal = 4,1868 KJ

Balanço Material

Como se sabe, “na natureza nada se cria, nada se destrói, tudo se transforma”, ou seja, a matéria não é criada e muito menos destruída, e, portanto, num balanço material envolvendo um certo sistema, a massa que neste entra deverá ser a mesma que dele estará saindo. No processamento uma tonelada, por exemplo, por hora de petróleo em uma refinaria, obtém-se exatamente uma tonelada por hora de produtos derivados deste processo, como gás combustível, GLP, gasolina, querosene, diesel e óleo combustível. A queima de um combustível em um forno ou em uma caldeira é outro exemplo, porém menos evidente em que ocorre o mesmo balanço de massa: pode-se citar que durante a queima de 1 tonelada de um certo combustível em um forno ou uma caldeira, considerando-se que são necessárias 13 toneladas de ar atmosférico, tem-se como resultado 14 toneladas de gases de combustão.

Em um Balanço Material, não se deve confundir massa com volume, pois as massas específicas dos produtos são diferentes. Assim, um balanço material deverá ser realizado sempre em massa, pois a massa de um certo produto que entra em um certo sistema, mesmo que transformada em outros produtos, sempre será a mesma que está saindo deste sistema, enquanto os volumes sofrem variação conforme a densidade de cada produto.

Balanço Energético

Existem diversos tipos de energia, por exemplo, Calor, Trabalho, Energia de um corpo em movimento, Energia Potencial (um corpo em posição elevada), Energia elétrica e outras. Assim como a matéria, a energia de um sistema não pode ser destruída, somente poderá ser transformada em outros tipos de energia, como por exemplo, o motor de uma bomba que consome energia elétrica e a transforma em energia de movimento do líquido, calor e energia de pressão.

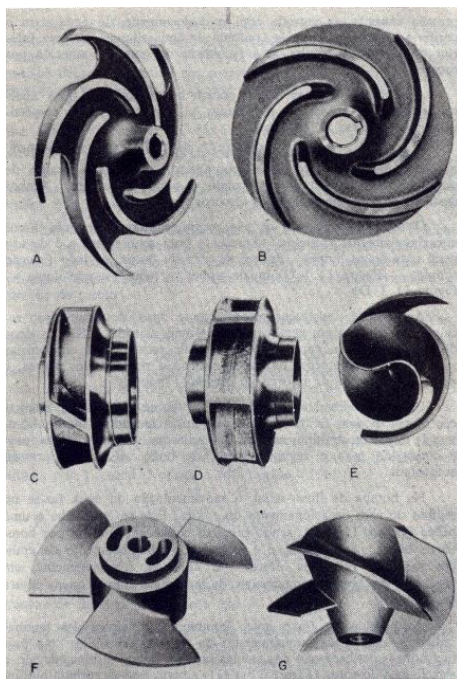
A água, no alto de um reservatório, ao movimentar um gerador, transforma sua energia potencial em energia elétrica, calor e energia de movimento (energia cinética). Neste caso, o balanço de energia do sistema poderia ser representado pela seguinte expressão:

Energia Potencial da água do reservatório = Energia elétrica fornecida pelo gerador + calor de aquecimento do gerador + Energia de movimento da água após a turbina.

No caso de um forno ou uma caldeira que aquece um certo líquido, o balanço de energia observado será:

Calor liberado pela queima do combustível = Calor contido nos gases de combustão que saem do forno ou da caldeira + Calor contido nos produtos que deixam o forno ou a caldeira.

a periferia assegura a chegada contínua de água situada em cota, inferior ao corpo da bomba. É a faculdade da bomba conhecida por sucção.



Tipos de rotores para bombas de fluxo radial

O rotor aberto tem as pás livres na parte frontal e quase livres na parte posterior.

No rotor semiaberto, as pás são fixadas de um lado num mesmo disco, ficando o outro lado livre. Ambos, destinam-se a bombear líquidos viscosos ou sujos.

O rotor fechado tem as pás compreendidas entre dois discos aproximadamente paralelos. Apresenta bom rendimento e é de uso geral para águas limpas. Pode ter entrada de um só lado (sucção simples, letra C) ou de ambos os lados (sucção dupla, letra D).

As bombas centrífugas de fluxo radial destinam-se ao recalque de líquidos, em geral a posições mais elevadas. São os tipos de uso comum em captações com grande recalque, em elevatórias situadas junto às estações de tratamento ou a reservatórios, torres e, ainda, em estações de reforço de pressão (“boosters”).

Quando a pressão a ser gerada for muito elevada, as bombas centrífugas podem ter dois ou mais rotores fechados; são as bombas de duplo ou múltiplo estágio. A água que sai do primeiro rotor é conduzida para o segundo rotor, de onde sai com a pressão aumentada.

Na bomba de fluxo axial, a movimentação da água faz-se no sentido do eixo de acionamento do rotor. Este se assemelha a uma hélice (letra F), sendo, por isso, conhecida, também, por bomba de hélice. Sua aplicação é reservada ao bombeamento de grandes vazões e reduzidas alturas. É utilizada, frequentemente, em captações de água de mananciais de superfície com pequena altura de elevação.

Por fim, as bombas de fluxo misto combinam princípios das bombas radiais e axiais. O caminhamento da água é helicoidal. Na prática norte-americana são conhecidas como bombas turbina, devido à semelhança do rotor (letra G) a certo tipo de turbina hidráu-

lica. As bombas de eixo prolongado para extração de água de poços profundos são geralmente do tipo de fluxo misto e quase sempre de vários estágios.

A definição por uma bomba centrífuga e a escolha da mesma é feita essencialmente através da vazão que se deseja elevar (bom-bear) e da altura total desta elevação. A vazão é o volume do líquido por unidade de tempo e pode ser expressa em m³/h, m³/s, l/h, l/s, entre outros, sendo esta expressão escolhida de acordo com a grandeza do volume; a vazão é indicada pela letra maiúscula Q. Já a altura total de elevação, tecnicamente chamada de altura manométrica total, corresponde ao desnível geométrico, verificado entre os níveis da água na tomada e na chegada, acrescido de todas as perdas localizadas e por atrito que ocorrem nas peças e tubulações, quando se recalca uma determinada vazão Q. Estas podem ser desdobradas em perdas na sucção (trecho anterior à bomba) e perdas no recalque (trecho posterior à bomba).

Outros fatores também devem ser considerados quando da escolha de uma bomba centrífuga, a saber: a rotação, a potência absorvida e a eficiência.

A rotação é caracterizada pela velocidade que a máquina de acionamento (motor) imprime à bomba. No caso de motor elétrico, essa velocidade é função direta da frequência ou ciclagem da corrente e do número de pólos que possui o motor. De acordo com essa velocidade, as bombas podem ser classificadas em:

| | |
|---------------|----------------|
| | |
| Alta Rotação | 3.000 a 3.600 |
| Média Rotação | 1.500 a 1.800 |
| Baixa Rotação | 1.200 ou menor |

Classificação conforme a RPM

A potência absorvida pela bomba é uma grandeza física que depende da vazão e da altura que se deseja que ela opere e através delas encontrada; esta grandeza é expressa em CV (cavalo-vapor) e serve de base para a escolha da máquina de acionamento (motor) para a bomba.

Eficiência é a relação existente entre os valores equivalentes à potência hidráulica da bomba devido à elevação da água e à potência exigida pela mesma numa determinada condição de funcionamento. Quanto mais apropriada for uma bomba para um caso, o rendimento deverá ser maior. Inversamente, bombas dimensionadas para outras condições poderão cumprir a finalidade desejada, mas funcionarão com baixa eficiência, significando que exigirá maior energia comparada com outra bomba de melhor rendimento.

Na escolha de uma bomba centrífuga, a altura manométrica total é subdividida em alturas manométricas de recalque e de sucção, sendo que esta última necessita ser calculada separadamente para verificar se a bomba terá condições de operar à vazão de projeto, sem sofrer danos. Se a altura de sucção for excessiva para determinada bomba, esta sofrerá um fenômeno conhecido por cavitação. É o desgaste anormal de partes vitais do rotor, causado pela formação seguida de destruição brusca de partículas de vapor d’água na massa líquida, naquelas condições. A cavitação produz vibrações e reduz a capacidade de bombeamento e, portanto, a eficiência da bomba, além de danificar o rotor e a carcaça da bomba.

Especificação de bombas

As bombas são geralmente especificadas pela capacidade de pressão máxima de operação e pelo seu deslocamento, em litros por minuto, em uma determinada rotação por minuto.

Relações de pressão

A faixa de pressão de uma bomba é determinada pelo fabricante, baseada na vida útil da bomba.

Observação: Se uma bomba for operada com pressões superiores as estipuladas pelo fabricante, sua vida útil será reduzida.

Deslocamento

Deslocamento é o volume de líquido transferido durante uma rotação e é equivalente ao volume de uma câmara multiplicado pelo número de câmaras que passam pelo pórtico de saída da bomba, durante uma rotação da mesma.

O deslocamento é expresso em centímetros cúbicos por rotação e, a bomba é caracterizada pela sua capacidade nominal em litros por minuto.

Capacidade de fluxo

A capacidade de fluxo pode ser expressa pelo deslocamento ou pela saída em litros por minuto.

Eficiência volumétrica

Teoricamente, uma bomba desloca uma quantidade de fluido igual ao seu deslocamento em cada ciclo ou revolução. Na prática, o deslocamento é menor devido aos vazamentos internos.

Quanto maior a pressão, maior será o vazamento da saída para a entrada da bomba ou para o dreno, o que reduzirá a eficiência volumétrica.

A eficiência volumétrica é igual ao deslocamento real dividido pelo deslocamento teórico, dada em porcentagem.

Fórmula

$$\text{Eficiência volumétrica} = \frac{\text{deslocamento real}}{\text{deslocamento teórico}} \times 100\%$$

Se, por exemplo, uma bomba a 70 kgf/cm² de pressão deve deslocar, teoricamente, 40 litros de fluido por minuto e desloca apenas 36 litros por minuto, sua eficiência volumétrica, nessa pressão, é de 90%, como se observa aplicando os valores na fórmula:

$$\text{Eficiência} = \frac{36 \text{ l/min}}{40 \text{ l/min}} \times 100\% = 90\%$$

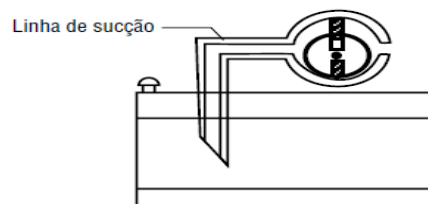
A maioria das bombas hidráulicas atualmente em uso são do tipo rotativo, um conjunto rotativo transporta o fluido da abertura para de entrada para a saída.

De acordo com o tipo de elemento que produz a transferência do fluido, as bombas rotativas podem ser de engrenagens, de palhetas ou de pistões.

Localização da bomba

Muitas vezes num sistema hidráulico industrial, a bomba está localizada sobre a tampa do reservatório que contém o fluido hidráulico do sistema. A linha ou duto de sucção conecta a bomba com o líquido no reservatório.

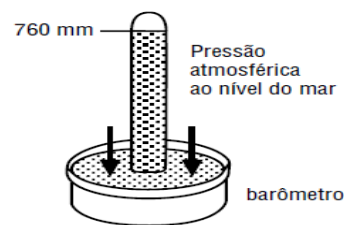
O líquido, fluindo do reservatório para a bomba, pode ser considerado um sistema hidráulico separado. Mas, neste sistema, a pressão menor que a atmosférica é provocada pela resistência do fluxo.



A energia para deslocar o líquido é aplicada pela atmosfera. A atmosfera e o fluido no reservatório operam juntos, como no caso de um acumulador.

Medição da pressão atmosférica

Nós geralmente pensamos que o ar não tem peso. Mas, o oceano de ar cobrindo a Terra exerce pressão sobre ela. Torricelli, o inventor do barômetro, mostrou que a pressão atmosférica pode ser medida por uma coluna de mercúrio.



Ao encher um tubo com mercúrio e invertendo-o em uma cuba cheia com mercúrio, Torricelli descobriu que a atmosfera padrão ao nível do mar suporta uma coluna de mercúrio de 760 mm de altura.

A pressão atmosférica ao nível do mar mede ou é equivalente a 760 mm de mercúrio. Qualquer elevação acima desse nível deve medir evidentemente menos do que isso.

Em um sistema hidráulico, as pressões acima da pressão atmosférica são medidas em kgf/cm².

Operação no lado de sucção da bomba

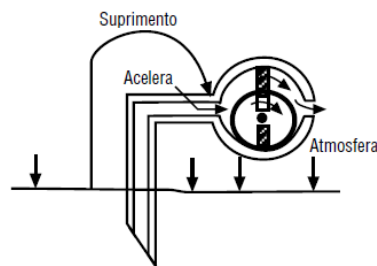
Quando uma bomba não está em operação, o lado de sucção do sistema está em equilíbrio.

A condição de "sem fluxo" existe e é indicada pelo diferencial de pressão zero entre a bomba e a atmosfera. Para receber o suprimento de líquido até o rotor, a bomba gera uma pressão menor do que a pressão atmosférica. O sistema fica desbalanceado e o fluxo ocorre.

O uso da pressão atmosférica

A pressão aplicada ao líquido pela atmosfera é usada em duas fases:

1. Suprir o líquido à entrada da bomba.
2. Acelerar o líquido e encher o rotor que está operando a alta velocidade.



CASCO E TUBOS (SHELL AND TUBE)

Descrição geral

Resumidamente, consiste em um casco que contém no seu interior um feixe de tubos. Um dos fluidos passa pelo casco (fluido do lado casco) e o outro pelo feixe de tubos (fluido do lado tubos), sendo a troca térmica realizada através das paredes dos tubos do feixe.



Permutador de Calor (Casco e Tubos)

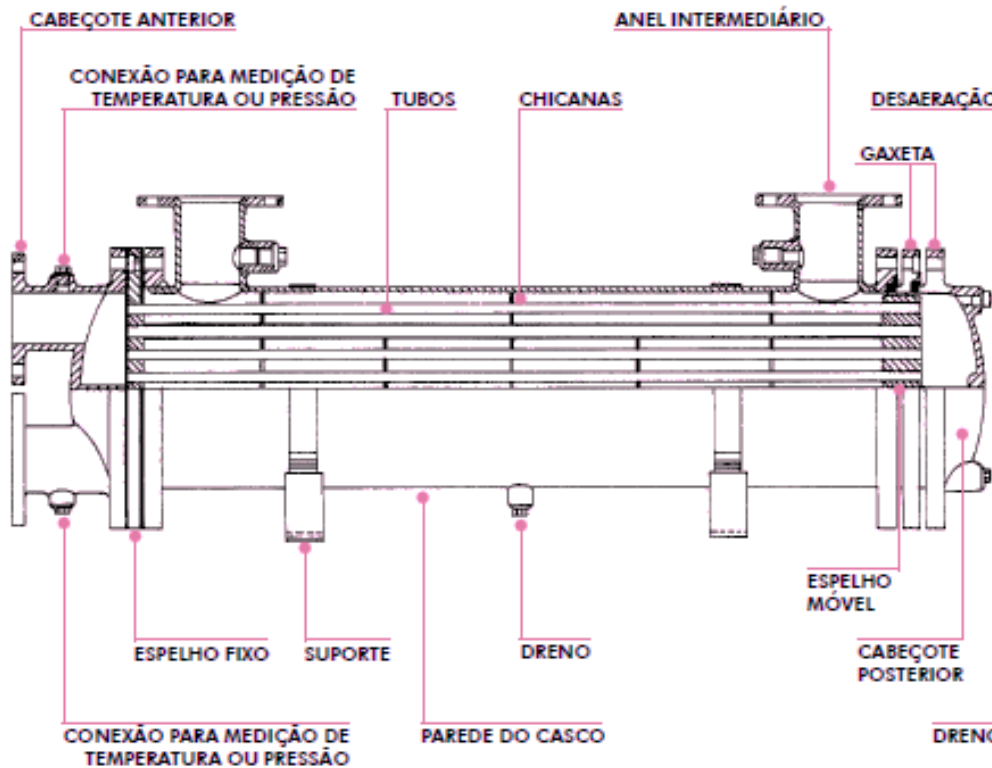
Partes principais

Feixe de tubos

É um conjunto de tubos presos por suas extremidades a duas placas, denominadas espelhos. O feixe atravessa chapas metálicas chamadas de chicanas, colocadas espaçadamente entre os espelhos e fixadas por tirantes, visando evitar a flexão dos tubos e melhorar a troca térmica, o que aumenta o tempo de residência e a turbulência do fluido que passa no casco.

Os tubos são fabricados de diversas ligas de materiais metálicos ferrosos e não-ferrosos. Podem ser dos seguintes tipos:

- Lisos: São os mais usados, de 3/4" a 2" e espessuras BWG
- Aletados: Para aplicações específicas



Vários tipos de Permutadores de Calor