

APOSTILA

CONCURSO PÚBLICO



Eletromecânico



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	7
1. SANEAMENTO	8
1.1. Conceitos e Competências na Área de Saneamento	8
2. A ÁGUA E O CICLO HIDROLÓGICO	10
2.1. A Água	10
2.2. O Ciclo Hidrológico	11
2.3. Ciclo do Uso da Água	12
3. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	13
3.1. Captação	13
3.2. Adução de Água Bruta.....	13
3.3. Tratamento de Água.....	13
3.4. Reservação	14
3.5. Distribuição da Água Tratada.....	14
3.6. Medição e Fornecimento ao Usuário.....	14
4. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	15
4.1. Coleta	15
4.2. Afastamento e Transporte.....	15
4.3. Tratamento de Esgoto.....	15
4.4. Disposição Final.....	15
5. O PAPEL DO ELETROMECÂNICO NAS ATIVIDADES DE SANEAMENTO	17
6. A ELETROMECÂNICA NAS ATIVIDADES DE SANEAMENTO	18
7. CONCEITOS ELEMENTARES DE HIDRÁULICA NO SANEAMENTO	20
8. INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS DE SANEAMENTO.....	21
8.1. Estações Elevatórias.....	21
8.2. Unidades Eletromecânicas das Estações de Tratamento	34
8.3. Unidades Eletromecânicas nos Reservatórios.....	39
9. MECÂNICA APLICADA AO SANEAMENTO	40
9.1 Bombas	40
<i>9.1.1. Classificação das Bombas</i>	<i>40</i>
<i>9.1.2. Bombas Centrífugas.....</i>	<i>41</i>
10. ELETRICIDADE APLICADA AO SANEAMENTO.....	49
10.1. Conceitos e Definições de Termos Técnicos Usuais.....	49

10.2. Principais Equipamentos Utilizados	56
10.2.1. <i>Motores Elétricos</i>	56
10.2.1.1. <i>Tipos de Motores Elétricos</i>	56
10.2.1.2. <i>Conceitos Básicos relativos a Motores Elétricos</i>	58
10.2.1.3. <i>Motor de Indução Trifásico</i>	62
10.2.1.3.1. <i>Vida Útil do Motor</i>	64
10.2.1.3.2 <i>Classes de Isolamento</i>	65
10.2.1.4. <i>Motores de Alto Rendimento</i>	65
10.2.1.5. <i>Placa de Identificação dos Motores Elétricos</i>	65
10.2.2. <i>Chave de Partida</i>	66
10.2.2.1. <i>Componentes Principais</i>	66
10.2.2.2. <i>Principais Tipos de Chaves de Partida</i>	75
10.2.3. <i>Dispositivos Controladores de Nível</i>	78
10.2.4. <i>Dispositivos Medidores de Vazão (Macromedidores)</i>	79
10.3. Sistemas de Supervisão e Controle	79
11. SERVIÇOS DE INSTALAÇÃO, MONTAGEM E MANUTENÇÃO DOS PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS E UNIDADES ELETROMECHANICAS DO SANEAMENTO	81
11.1 Bombas Centrífugas	81
11.1.1. <i>Bombas Centrífugas de Grande Porte</i>	82
11.1.2 . <i>Bombas Centrífugas de Médio Porte</i>	96
11.1.3. <i>Bombas Centrífugas de Pequeno Porte</i>	108
11.2. Motores Elétricos	115
11.2.1. <i>Instalação</i>	115
11.2.2. <i>Aspectos Mecânicos</i>	116
11.2.3. <i>Aspectos Elétricos</i>	119
11.2.4. <i>Manutenção</i>	120
11.2.5. <i>Falhas em Motores Elétricos</i>	124
11.3. Chaves de Partida	126
11.3.1. <i>Manutenção em Chaves de Partida</i>	128
11.3.2. <i>Principais Defeitos e suas Causas em Chaves de Partida</i>	129
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	131

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Composição do saneamento básico	9
Figura 2: Água 100%.....	11
Figura 3: Água doce 3%.....	11
Figura 4: Ciclo Hidrológico	12
Figura 5: Esquema simplificado – Sistema de Abastecimento de Água e Sistema de Tratamento de Esgoto.....	16
Figura 6: Esquema ilustrativo de bombeamentos no ciclo de uso da água.....	19
Figura 7: Estação elevatória.....	21
Figura 8: Sala de máquinas.....	22
Figura 9: Poço com nível de água abaixo da bomba	23
Figura 10: Poço com nível de água acima da bomba	23
Figura 11: Válvulas de gaveta	25
Figura 12: Válvula com cabeçote	25
Figura 13: Válvula de gaveta com volante e by-pass	26
Figura 14: Pedestal de manobra	26
Figura 15: Válvula borboleta.....	27
Figura 16: Válvula de retenção com portinhola única.....	27
Figura 17: Válvula de retenção com portinhola dupla	27
Figura 18: Válvula de controle.....	28
Figura 19: Válvula de pé com crivo	28
Figura 20: Crivos	29
Figura 21: Junta de desmontagem travada axialmente.....	29
Figura 22: Luva de junta gibault	29
Figura 23: Luva de junta mecânica F°F°	30
Figura 24: Ventosa	30
Figura 25: Ventosa de simples função	31
Figura 26: Ventosa de tríplex função	31
Figura 27: Manômetros	31
Figura 28: Mano-vacuômetro	31
Figura 29: Medidor de vazão.....	33
Figura 30: Ponte rolante.....	34
Figura 31: Bomba dosadora de produto químico	35
Figura 32: Edutor com bomba	35
Figura 33: Bomba parafuso	36
Figura 34: Bomba submersível.....	37
Figura 35: Bomba de poço molhado	37
Figura 36: Bomba de poço seco.....	38
Figura 37: Bomba de lodo	38
Figura 38: Bomba dosadora de produtos químicos.....	38
Figura 39: Bomba centrífuga	42
Figura 40: Bomba de fluxo radial.....	43
Figura 41: Tipos de rotores para bombas de fluxo radial	43
Figura 42: Bomba centrífuga com rotor.....	44
Figura 43: Bomba de fluxo axial	45

Figura 44: Bomba de fluxo misto.....	46
Figura 45: Sistema conjugado.....	59
Figura 46: Representação e gráfico de um sistema de corrente alternada monofásica	60
Figura 47: Representação e gráfico de um sistema de corrente alternada trifásica..	61
Figura 48: Ligação triângulo.....	61
Figura 49: Ligação estrela.....	61
Figura 50: Motor de indução trifásico	62
Figura 51: Bobina.....	63
Figura 52: Placa de identificação de motor elétrico.....	66
Figura 53: Fusível do tipo NH.....	68
Figura 54: Esquema genérico de ligação de termostatos em motores monofásicos.	70
Figura 55: Esquema genérico de ligação de termostatos em motores trifásicos.....	70
Figura 56: Diagrama de funcionamento	71
Figura 57: Diagrama de ligação	71
Figura 58: Diagrama de funcionamento	72
Figura 59: Diagrama de ligação	72
Figura 60: Diagrama de Ligação	73
Figura 61: Diagrama de funcionamento	74
Figura 62: Ligação e tensão triângulo	75
Figura 63: Ligação e tensão estrela	75
Figura 64: Diagrama de força.....	75
Figura 65: Ligação estrela com tensão de triângulo.....	75
Figura 66: Ligação triângulo com tensão triângulo.....	76
Figura 67: Diagrama de força.....	76
Figura 68: Ligação triângulo série e paralelo com tensão 220v	77
Figura 69: Ligação estrela paralelo e série com tensão 380v	77
Figura 70: Painel de comando – exterior.....	78
Figura 71: Painel de comando - interior	78
Figura 72: Componentes básicos de um sistema de supervisão e controle.....	80
Figura 73: Bomba centrífuga bipartida	81
Figura 74: Corte de bomba bipartida.....	82
Figura 75: Bombas centrífugas de médio porte.....	96
Figura 76: Içamento para transporte	97
Figura 77: Bomba horizontal desmontada.....	104
Figura 78: Bomba centrífuga de pequeno porte.....	109
Figura 79: Bomba centrífuga monobloco	109
Figura 80: Sistema de bomba com tubulações	111
Figura 81: Tipos de instalação	112
Figura 82: Base por chumbadores	117
Figura 83: Acoplamento direto	118
Figura 84: Chaveta.....	119
Figura 85: Visualização do aspecto interno do protetor térmico.....	120
Figura 86: Esquema de ligação do protetor térmico para motores trifásicos.....	120
Figura 87: Extrator de rolamentos.....	124

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Unidades de medida de vazão	20
Quadro 2: Classificação conforme a RPM	47
Quadro 3: Motores - tipos e usos	58
Quadro 4: RPM em relação à viscosidade	90
Quadro 5: Defeitos e causas possíveis	108
Quadro 6: Tipos de graxas	122
Quadro 7: Tipos de graxas para motores especiais	122
Quadro 8: Falhas em motores elétricos	126



CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

APRESENTAÇÃO

É com satisfação que o Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto – SAMAE, oferece a você, candidato (a), esta apostila preparatória para o concurso público para o cargo de provimento efetivo de **Eletromecânico**.

O principal objetivo deste material didático é propiciar conhecimento básico específico na área de atuação dentro do SAMAE.

O Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto, SAMAE, sediado à Rua Pinheiro Machado, 1615, Centro, Caxias do Sul, RS, é uma Autarquia Pública Municipal, criado pela Lei nº 1474, de 05 de janeiro de 1966, alterada pela Lei nº 6.158 de 17 de dezembro de 2003, dispondo de autonomia econômico-financeira e administrativa dentro dos limites fixados.

A Autarquia exerce a sua ação em todo o município de Caxias do Sul, RS, competindo-lhe, com exclusividade, atividades relacionadas com os sistemas públicos, tendo por finalidade operar, manter, conservar e explorar, diretamente, os serviços de abastecimento de água e de coleta, afastamento e tratamento de esgoto sanitário.

Serviço Autônomo Municipal
de Água e Esgoto

Caxias do Sul

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

1. SANEAMENTO

1.1. Conceitos e Competências na Área de Saneamento

Segundo a Organização Mundial da Saúde - OMS, saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social do homem. De outra forma, pode-se dizer que saneamento, caracteriza o conjunto de ações socioeconômicas que tem por objetivo alcançar Salubridade Ambiental.

A Lei define que SANEAMENTO BÁSICO é o conjunto dos serviços, infraestruturas e instalações operacionais de:

- a) abastecimento de água potável;
- b) esgotamento sanitário;
- c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e
- d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

Dentre os serviços formadores do Saneamento, é incumbência do Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto - SAMAE, o desempenho dos serviços de ABASTECIMENTO DE ÁGUA e ESGOTAMENTO SANITÁRIO, os quais também constituem o que se chama de Saneamento Básico, sendo que este é definido pela Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007, que é a Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico.

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECCÂNICO



Figura 1: Composição do saneamento básico



CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

2. A ÁGUA E O CICLO HIDROLÓGICO

2.1. A Água

A água é uma substância química cujas moléculas são formadas por dois átomos de hidrogênio ligados a um átomo de oxigênio, sendo sua fórmula química dada por H_2O . Nesta fórmula a água é pura, isto é, sem nenhuma substância dissolvida. Já, a água na natureza quase sempre se apresenta com a presença de algumas substâncias químicas dissolvidas, formando soluções. A água será considerada potável quando apresentar concentrações limitadas e regulamentadas por legislação destas substâncias químicas dissolvidas. Sendo, portanto, uma solução praticamente incolor, agradável aos olhos e ao paladar e não oferecendo riscos à saúde dos consumidores.

A água é o constituinte inorgânico mais abundante na matéria viva: no homem, mais de 70% do seu peso é constituído por água, e, em certos animais aquáticos, essa percentagem sobe para 98%. A água é fundamental para a manutenção da vida, razão pela qual é importante saber como ela se distribui no planeta e como ela circula de um meio para outro.

A água abrange quase $\frac{4}{5}$ da superfície terrestre; desse total, 97% referem-se aos mares e os 3% restantes às águas doces. Dentre as águas doces, 2,7% são formadas por geleiras, vapor de água e lençóis existentes em grandes profundidades (mais de 800m), não sendo economicamente viável seu aproveitamento para o consumo humano.

Em consequência, constata-se que somente 0,3% do volume total de água do planeta pode ser aproveitado para nosso consumo, sendo 0,01% encontrada em fontes de superfície (rios e lagos) e o restante, ou seja, 0,29%, em fontes subterrâneas (poços ou nascentes).

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

A água subterrânea vem sendo acumulada no subsolo há séculos e somente uma fração desprezível é acrescentada anualmente através de chuvas ou retirada pelo homem. Em compensação, a água dos rios é renovada cerca de 31 vezes, anualmente.

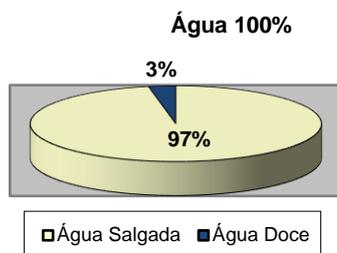


Figura 2: Água 100%

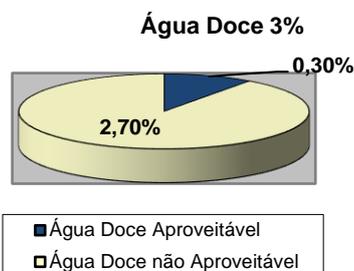


Figura 3: Água doce 3%

2.2. O Ciclo Hidrológico

Também conhecido como “O Ciclo da Água”, é o contínuo movimento da água em nosso planeta. É a representação do comportamento da água no globo terrestre, incluindo: ocorrência, transformação, movimentação e relações com a vida humana. É um verdadeiro retrato dos vários caminhos da água em interação com os demais recursos naturais.

Serviço Autônomo Municipal

Caxias do Sul

Na figura 04, apresentamos o ciclo hidrológico de forma simplificada. Nele, distinguem-se os seguintes mecanismos de transferência da água:

- Precipitação: compreende toda a água que cai da atmosfera na superfície da Terra, nas formas de chuva, neve, granizo e orvalho;
- Escoamento superficial: quando a precipitação atinge a superfície ela tem dois caminhos por onde seguir: escoar pela superfície ou infiltrar no solo. O escoamento superficial é responsável pelo deslocamento da água sobre o solo, formando córregos, lagos e rios e, eventualmente, chegando ao mar;
- Infiltração: corresponde à porção de água que, ao chegar à superfície, infiltra-se no solo, formando os lençóis d'água;
- Evaporação: transferência da água superficial do estado líquido para o gasoso; a evaporação depende da temperatura e da umidade relativa do ar;

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

- e) Transpiração: as plantas retiram a água do solo pelas raízes; a água é transferida para as folhas e, então, evapora.

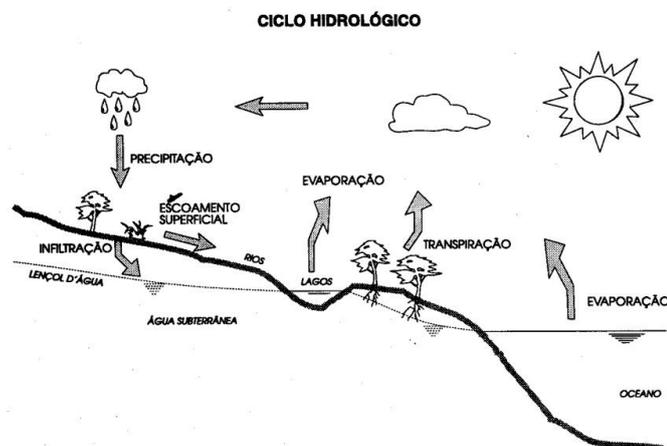


Figura 4: Ciclo Hidrológico

2.3. Ciclo do Uso da Água

Além do ciclo da água no globo terrestre (ciclo hidrológico), existem ciclos internos, em que a água permanece em sua forma líquida, mas tem suas características alteradas em virtude de sua utilização. Nesse ciclo, a qualidade da água é alterada em cada etapa do seu percurso.

Serviço Autônomo Municipal
de Água e Esgoto

Caxias do Sul

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

3. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Constitui-se no conjunto de obras, instalações e serviços, destinado a produzir e a distribuir água a uma comunidade, em quantidade e qualidade compatíveis com as necessidades de população, para fins de consumo doméstico, serviços, consumo industrial, entre outros usos. Tecnicamente, podemos descrever um Sistema como sendo pelas etapas de captação, adução de água bruta, tratamento de água, reservação, distribuição da água tratada, medição e fornecimento ao usuário e que serão conceituadas a seguir:

3.1. Captação

Entende-se por captação, obras de captação, o conjunto de estruturas e dispositivos construídos ou montados junto a um manancial com a finalidade de criar condições para que dali seja retirada água em quantidade capaz de atender ao consumo. Existem duas principais formas: captação de águas subterrâneas e captação de águas superficiais.

3.2. Adução de Água Bruta

É o conjunto de canalizações e equipamentos (ex.: estação de bombeamento) destinados a conduzir água desde o ponto de captação até a unidade de tratamento.

3.3. Tratamento de Água

É o conjunto de processos físicos e químicos destinados a transformar água bruta, *in natura*, em água potável, adequando-a ao consumo humano e atendendo aos padrões legais de potabilidade. Estes processos são normalmente executados nas Estações de tratamento de Água, conhecidas como ETA's.

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

3.4. Reservação

É o conjunto de obras estruturais formadas na sua maioria por reservatórios, tanques, cisternas, etc., destinados ao armazenamento de água após seu tratamento e antes ou durante a distribuição. Este armazenamento serve para regularizar as variações de vazão durante a distribuição, regularizar pressões de distribuição e como reserva para combate a incêndios ou outras emergências.

3.5. Distribuição da Água Tratada

Conjunto de tubulações e equipamentos destinados a conduzir a água tratada aos diversos pontos de consumo da comunidade consumidora. É formada, basicamente, por malhas hidráulicas compostas por tubulações de adução, subadução, redes distribuidoras e ramais prediais, que juntos disponibilizam a água tratada na entrada do imóvel do consumidor.

3.6. Medição e Fornecimento ao Usuário

A medição da água, quando essa chega ao ponto de consumo, passando por um medidor e ficando, a partir dali, disponível para utilização, leva o nome de micromedição. A micromedição é a forma de medir e permitir a justa cobrança do consumo de cada ramal, atendendo, assim, à legislação que regulamenta a matéria, bem como consagrando a ideia de que o consumidor deva pagar somente o que realmente consumir. O aparelho que mede a água chama-se hidrômetro. Após a água cruzar o hidrômetro, ela fica sendo de responsabilidade do consumidor, sendo que as instalações hidráulicas que permitem o fornecimento de água se chamam ramal predial.

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

4. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Constitui-se no conjunto de obras, instalações e serviços, destinados a coletar, tratar e afastar os esgotos (águas usadas) produzidos por uma comunidade, tendo como principal objetivo a disseminação da saúde pública e a conservação do meio ambiente natural. Tecnicamente, podemos descrever um Sistema como sendo formado pelas etapas de coleta, afastamento e transporte, tratamento e disposição final de esgotos sanitários, conceituadas a seguir:

4.1. Coleta

É propiciada pelo conjunto de instalações e tubulações destinado a colher (coletar) a água servida (esgoto doméstico) gerada pelo usuário de água, na saída do seu imóvel, junto ao passeio público sem contato externo com o ambiente (de forma asséptica).

4.2. Afastamento e Transporte

Compreende o conjunto de tubulações e acessórios que recebem as águas servidas das redes coletoras e sem contato externo afastam (de forma asséptica) e conduzem estes efluentes servidos até as estações de tratamento de esgoto.

4.3. Tratamento de Esgoto

É o conjunto de processos físicos, químicos e biológicos destinados a remover, das águas servidas, os poluentes dos esgotos, que, por sua vez, se não removidos, podem causar a deterioração dos cursos de água. Estes processos são normalmente executados nas Estações de Tratamento de Esgoto, conhecidas como ETEs.

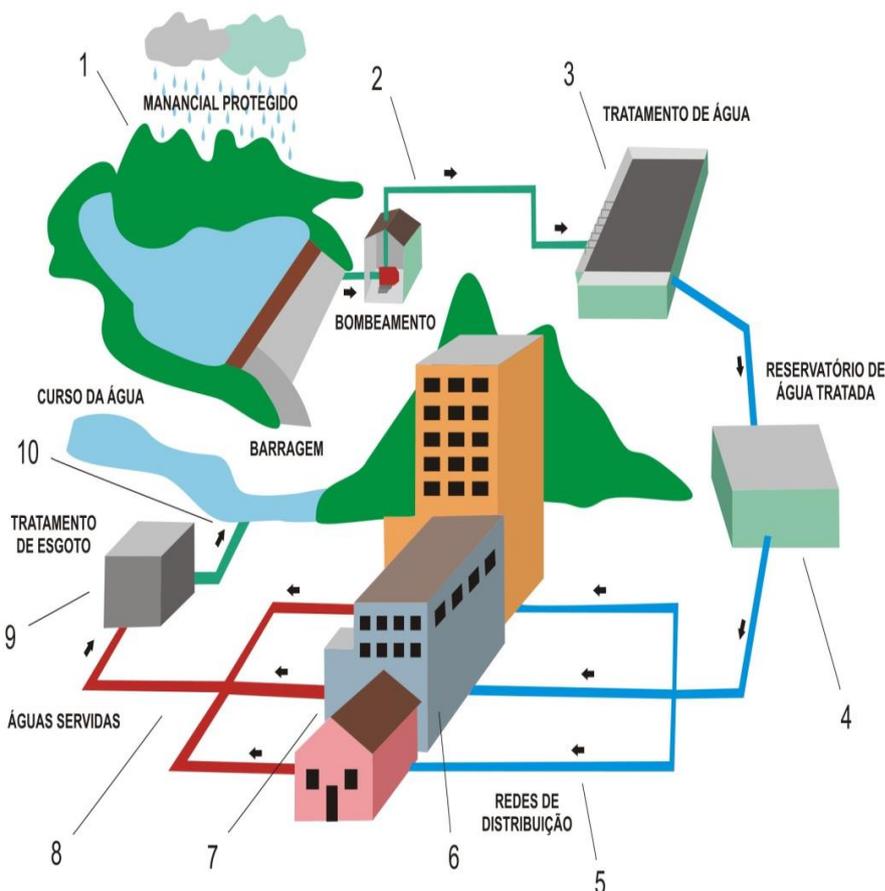
4.4. Disposição Final

Após o tratamento, os esgotos tratados podem ser lançados a um corpo de água receptor ou, eventualmente, aplicados ao solo. Os resíduos sólidos resultantes

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

são levados a aterros sanitários ou, dependendo de sua composição, aplicados ao solo. Em ambos os casos, há que se levar em conta os poluentes eventualmente ainda presentes nos esgotos tratados, em especial organismos patogênicos e metais pesados.

ESQUEMA SIMPLIFICADO - SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO



SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
1. CAPTAÇÃO	7. COLETA
2. ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA	8. AFASTAMENTO DE ESGOTO
3. TRATAMENTO DE ÁGUA	9. TRATAMENTO DE ESGOTO
4. RESERVAÇÃO	10. DISPOSIÇÃO FINAL
5. DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA TRATADA	
6. MEDIÇÃO E FORNECIMENTO	



Figura 5: Esquema simplificado – Sistema de Abastecimento de Água e Sistema de Tratamento de Esgoto

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

5. O PAPEL DO ELETROMECAÂNICO NAS ATIVIDADES DE SANEAMENTO

Antes de desenvolvermos tópicos específicos sobre as atividades que dizem respeito ao cargo de Eletromecânico, tópicos estes que servem para que os interessados em exercer o cargo possam estudar para realizar as provas do concurso público para provimento deste cargo, se faz necessário esclarecer qual o papel deste cargo nas atividades de Saneamento que o SAMAE desempenha.

Existente no quadro técnico do SAMAE desde 1975, este cargo tem como objetivo dotar as áreas técnicas da Autarquia de mão de obra auxiliar nas suas diversas atividades de saneamento.

O cargo tem como Síntese dos Deveres: *Receber, interpretar e executar todos os serviços referentes à eletricidade, mecânica e eletromecânica atinentes às áreas relativas ao saneamento e nas suas atividades de suporte, elaborando relatórios das atividades executadas.* Dentre às atribuições do cargo, destacam-se os serviços de: montar e instalar, com base em projetos, sistemas hidráulicos e hidromecânicos relativos a estações elevatórias e estações de tratamento, bombas hidráulicas, válvulas e equipamentos eletroeletrônicos controladores de sistemas hidráulicos; montar e instalar, com base em projetos e diagramas, grupos e eletrobombas, quadros de comandos, motores, chaves, transformadores e outros equipamentos elétricos; executar instalações elétricas prediais e industriais; interpretar e montar circuitos elétricos de corrente contínua ou corrente alternada; executar reparos e conservar linhas elétricas, chave de motores, transformadores, aparelhos elétricos, linhas telefônicas ou de transmissão de dados; executar reparos e conservar bombas hidráulicas, válvulas, filtros e outros equipamentos hidromecânicos de uso no saneamento - montar e consertar chaves eletromagnéticas de partida de motores; com base nos diagramas elétricos, proceder ligações de motores, transformadores e outros equipamentos elétricos; instalar equipamentos elétricos, mecânicos e hidromecânicos de medição; utilizando os respectivos equipamentos de medição, testar e medir, relatando: tensões, corrente elétrica, resistência, potência, capacitância, força, pressão, entre outros.

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

6. A ELETROMECAÂNICA NAS ATIVIDADES DE SANEAMENTO

Para a perfeita compreensão da importância das atividades de eletromecânica no campo do Saneamento, faz-se necessário entendermos como e onde se desenvolvem estas operações, que contribuem para disponibilizar os serviços de abastecimento de água e o esgotamento sanitário à população.

No abastecimento de água, a eletromecânica está, normalmente, inserida:

- a) na captação de água, onde está presente na estação elevatória de água bruta e nos dispositivos de pré e pós bombeamento;
- b) no tratamento da água, contemplando quase todos os equipamentos de uma Estação de Tratamento de Água (ETA), inclusive nos aparelhos laboratoriais;
- c) na reservação de água, estando presente nos dispositivos controladores de nível e de válvulas;
- d) na adução e distribuição de água tratada, presente nas estações elevatórias junto à reservação, em *boosters on line*, que são elevatórias de pequeno porte conectadas diretamente nas linhas de adução ou subadução, e em dispositivos e válvulas controladores de fluxo e pressão, ao longo do sistema distribuidor.

No esgotamento sanitário, a eletromecânica está, normalmente, inserida:

- I. no transporte do esgoto bruto, através de estações elevatórias de esgoto, de forma a conduzi-lo à Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) ou, mesmo, para transpor topograficamente de uma para outra bacia. Aparece, também, em dispositivos de controle de fluxo;
- II. no tratamento de esgoto, como na água, está presente em quase todos os equipamentos de uma estação de tratamento de esgoto, em especial nos bombeamentos internos de processo;

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

III. na destinação final, pode aparecer em dispositivos de controle.

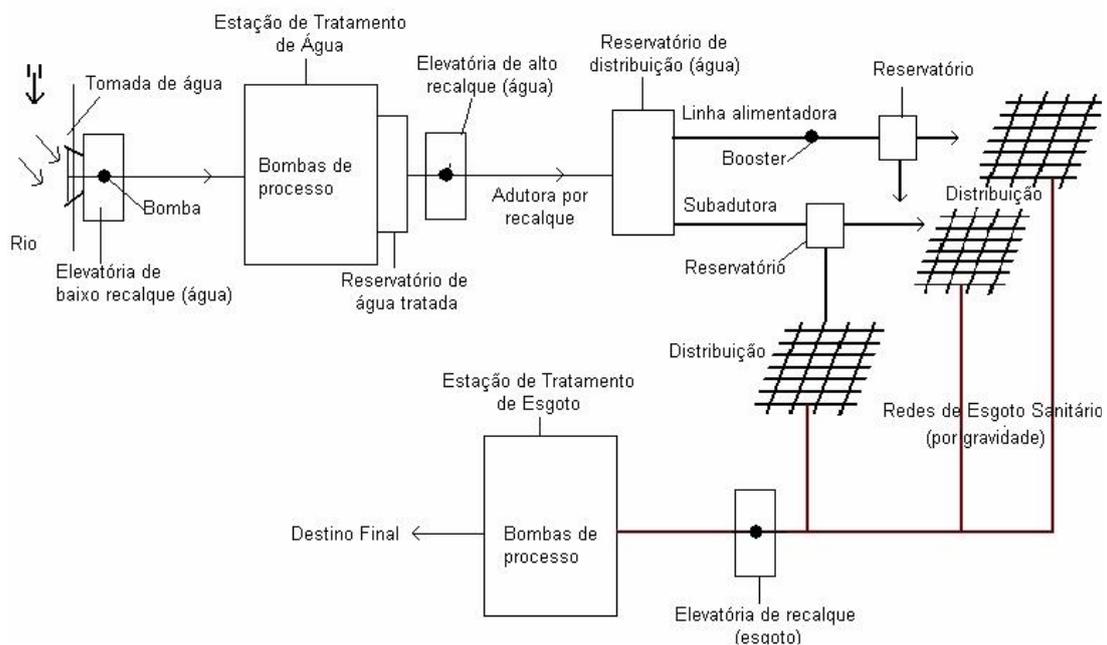


Figura 6: Esquema ilustrativo de bombeamentos no ciclo de uso da água

Como pode ser visto, o funcionamento das instalações hidráulicas para saneamento depende, invariavelmente, do perfeito e adequado desempenho mecânico e elétrico de suas instalações e equipamentos. É por este motivo que as empresas de saneamento, e no SAMAE não é diferente, têm, em sua estrutura, departamentos ou setores destinados especificamente a cuidar do que se relaciona à instalação, operação e manutenção de equipamentos e dispositivos que garantam o funcionamento das instalações hidráulicas, assegurando, assim, a qualidade na prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Os itens seguintes desta apostila abordam, direta ou indiretamente, tópicos que dizem respeito às atividades do cargo de Eletromecânico.

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

7. CONCEITOS ELEMENTARES DE HIDRÁULICA NO SANEAMENTO

- a) Hidráulica: seu significado etimológico é “condução de água” (do Grego, *hidor* – água e *aulos* – tubo, condução). Entretanto, atualmente, emprega-se, num sentido mais amplo, a Hidráulica como sendo o “estudo do comportamento da água e de outros líquidos, quer em repouso quer em movimento”.
- b) Volume: o volume é geralmente fornecido em metros cúbicos (m^3) ou em litros (l), sendo que 1 m^3 corresponde a 1000 litros. É representado pela letra V maiúscula.
- c) Tempo: é geralmente fornecido em segundos (s) e, para alguns casos, em horas (h), sendo que 1h corresponde a 3600s. É representado pela letra t minúscula.
- d) Área de Escoamento: é a área de secção transversal por onde o líquido se movimenta. É fornecida em m^2 (metros quadrados) e representada pela letra A maiúscula.
- e) Vazão: também chamada de descarga, é o volume de um líquido que, num determinado tempo, atravessa uma determinada secção transversal de um conduto ou curso de água. É representada pela letra Q maiúscula. É normalmente fornecida em:

Unidade de Medida	Sigla
metro cúbico por segundo	m^3/s
litro por segundo	l/s
metro cúbico por hora	m^3/h

Quadro 1: Unidades de medida de vazão

- f) Velocidade de Escoamento: em um líquido em movimento, é a relação entre a distância percorrida pela unidade de tempo. É, normalmente, fornecida em m/s (metros por segundo) e representada pela letra v minúscula.
- g) Pressão: a pressão de um líquido sobre uma superfície pode ser descrita como “a força que este líquido exerce sobre a unidade de área desta superfície”.

8. INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS DE SANEAMENTO

A seguir, descreve-se as principais instalações hidráulicas no saneamento que se utilizam de equipamentos, materiais e serviços que tenham envolvimento com a eletricidade e a mecânica, seja de forma conjunta ou separadamente.

8.1. Estações Elevatórias

Também conhecidas como Estações de Bombeamento, são largamente empregadas no saneamento para captar a água de mananciais de superfície ou de poços, para recalcar a pontos distantes ou elevados, para reforçar a capacidade de adução de adutoras, alimentar reservatórios e, no esgoto sanitário, para recalcar os efluentes a pontos mais elevados do sistema ou na transposição de bacias. Uma estação elevatória constitui-se, primordialmente, de bomba centrífuga, para a elevação do líquido (água ou esgoto), e de motor elétrico, que é o fornecedor de força eletromotriz para impulsionar a bomba. As estações elevatórias podem conter um ou mais conjuntos motor-bomba, sendo distinguidos pela sua forma de ligação como unidades de bombeamento. Bomba e motor elétrico serão posteriormente estudados em maiores detalhes.



Figura 7: Estação elevatória

Além dos equipamentos primordiais citados, uma estação elevatória compõe-se, geralmente, de:

- a) Salão das Máquinas e Dependências Complementares: No salão das máquinas são instalados os conjuntos elevatórios e, na maioria dos casos, os equipamentos elétricos como cabines de comando, chaves de partida e proteção dos motores, e

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

os instrumentos para leitura de medições elétricas ou hidráulicas. Suas dimensões dependem das grandezas hidráulicas envolvidas (volume a ser bombeado, altura de elevação, etc.), e, portanto, deverá ser projetado de modo que esse conjunto possa ser montado com relativa folga, permitindo a livre circulação dos operadores e a fácil realização de trabalhos de manutenção ou reparação. Sendo previsto acréscimo no número de unidades de bombeamento, deverá ser reservado espaço suficiente para a instalação das mesmas e dos dispositivos que deverão acompanhá-las. A iluminação deverá ser abundante e, tanto quanto possível, natural, sendo aconselhável, por isso, a colocação de janelas amplas. Deverá haver livre circulação de ar, para evitar a excessiva elevação de temperatura causada pelo aquecimento dos motores. Este aspecto deverá ser especialmente considerado nas regiões mais quentes. Além da ventilação feita através de janelas e portas, será conveniente prever aberturas que possibilitem permanente movimentação de ar. Ventiladores e exaustores poderão, ainda, ser instalados em casos extremos, em especial nas grandes estações. Entre as dependências auxiliares, são consideradas indispensáveis uma pequena sala para uso do operador e uma instalação sanitária com bacia, lavatório e chuveiro. De acordo com a importância da estação, outros compartimentos como oficina, depósito de materiais, vestiários e copa poderão ser adicionados. As estações automatizadas não requerem operador, não sendo necessárias, portanto, estes tipos de dependências.



Figura 8: Sala de máquinas

- b) Poço de Sucção: denomina-se poço de sucção ou poço de tomada, o compartimento de dimensões limitadas, de onde parte a tubulação que conduz a água (ou o esgoto) para a bomba. Conforme a situação do nível de água no poço de sucção em relação à boca de entrada da bomba há dois casos a considerar:

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

- I. poço com nível de água abaixo da bomba: há uma altura de sucção a ser vencida pela bomba, necessitando a mesma ser escorvada para poder funcionar;

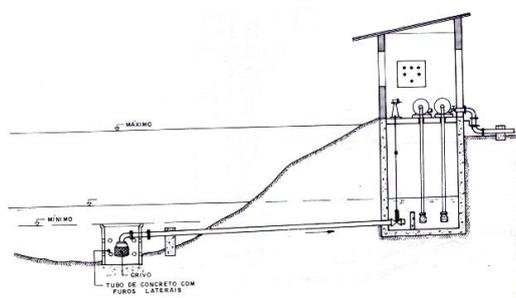


Figura 9: Poço com nível de água abaixo da bomba

- II. poço com nível de água acima da bomba: há uma carga permanente sobre a boca de entrada da bomba que, neste caso, trabalha afogada.

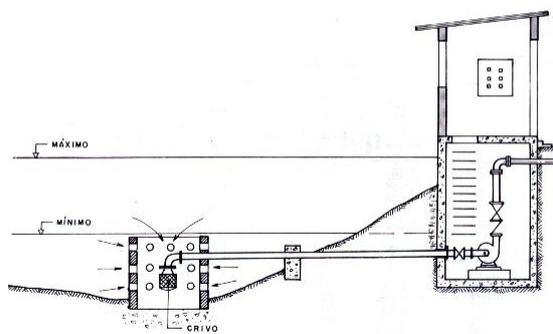


Figura 10: Poço com nível de água acima da bomba

No abastecimento de água, em nossa cidade, não é comum encontrar o caso de poço situado abaixo da bomba, apesar de apresentar a vantagem de se poder montar o conjunto de recalque ao nível do terreno, ou mais acima, em ambiente claro e ao abrigo das inundações. Como desvantagem, pode-se citar que esta modalidade necessita de escorva e sua operação torna-se mais trabalhosa.

O poço com nível de água acima da bomba exige a construção do salão das bombas em cota baixa. Excetua-se o caso de bombas de eixo vertical, que são imersas no poço, com acionamento feito por motor colocado diretamente acima do poço. O sistema de bombas afogadas é frequentemente utilizado junto a barragens de captação, reservatórios enterrados ou semienterrados, para a transferência de água para estações de tratamento, reservatórios

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

elevados, ou transposição de bacias. Utilizando-se chaves elétricas comandadas por meio de boias, é possível estabelecer um controle automático das bombas. Nesta modalidade, podem constituir desvantagens o maior custo das escavações e estruturas e o perigo de inundações do salão das máquinas. O poço de sucção deverá, tanto quanto possível, ficar próximo das bombas para reduzir o comprimento das tubulações de alimentação. Não há critérios rígidos para o dimensionamento do poço de tomada. Devem, porém, ter dimensões suficientes para permitir qualquer operação de limpeza ou de retirada da tubulação de sucção, crivo ou válvula de pé, ou outros serviços de montagem ou desmontagem. A água que chega ao poço não deve ser despejada em forma de descarga livre, em especial nas proximidades da tubulação de sucção, pois isto favorece o arraste de ar para a massa de água, ocasionando dificuldades de operação das bombas.

- c) Tubulações e Órgãos Acessórios: as estações elevatórias compreendem, além das bombas propriamente ditas, um conjunto de tubulações, peças especiais e órgãos acessórios. As tubulações da casa de bombas são, geralmente, de ferro fundido com juntas de flange. Em se tratando de diâmetros maiores, utilizam-se, também, tubos de aço, que, além do menor peso e da elevada resistência às pressões, têm a vantagem de poderem ser confeccionados com maior facilidade para quaisquer especificações e, também, de poderem ser cortados, soldados ou ajustados no próprio local de montagem.

Os principais órgãos acessórios, conectados às tubulações de uma estação elevatória, são:

- I. Válvulas de Gaveta: também chamadas de registro de gaveta são largamente utilizadas nos sistemas de abastecimento de água e em especial nas Estações Elevatórias para a função abertura/fechamento. Nas instalações normais de bomba centrífuga, este tipo de válvula é, normalmente, instalada na tubulação de saída ou de recalque, imediatamente após a válvula de retenção. As válvulas gaveta podem ser encontradas no tipo oval (para altas pressões) ou no tipo chato (para baixas pressões). Esse tipo de válvula, de simples funcionamento,

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

caracteriza-se pelo movimento retilíneo e alternativo (para cima ou para baixo) de uma peça de vedação (a gaveta), ao longo de uma sede (assento). Para sua conexão à rede são providas de duas bolsas, de duas pontas ou de dois flanges, conforme o tipo de junta, no caso das Estações elevatórias é comum o uso das válvulas gaveta flangeadas.

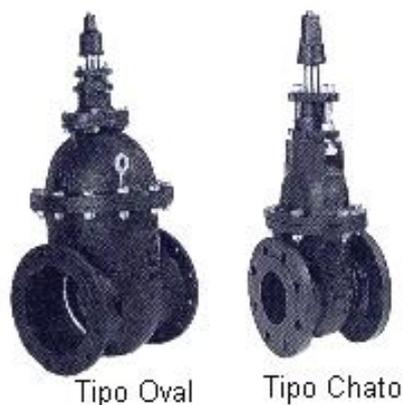


Figura 11: Válvulas de gaveta

As válvulas de gaveta podem ser fornecidas com dois tipos de dispositivos de manobra: com cabeçote e com volante.

A válvula com cabeçote, somente manobrada com uma chave T que fica de posse do operador, é utilizada nos pontos de menor fiscalização, dificultando, às pessoas estranhas, movimentá-la. É comum o seu emprego nas redes de distribuição.



Figura 12: Válvula com cabeçote

A válvula com volante dispensa a chave T. É utilizada nas tubulações aparentes que geralmente existem nas estações elevatórias e de tratamento, conforme figura 13.

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO



Figura 13: Válvula de gaveta com volante e by-pass

Quando é difícil o acesso ao registro, o volante dá lugar ao pedestal de manobra, muito comum nas estações de tratamento. Para válvulas de grande diâmetro, os pedestais de manobra são providos de engrenagem para diminuir o esforço do operador, conforme figura 14.



Figura 14: Pedestal de manobra

- II. Válvula Borboleta: a válvula borboleta destina-se a regular a vazão da água, mesmo variando a carga disponível que provoca o escoamento. É utilizada, por exemplo, para regular a vazão de lavagem da areia dos filtros rápidos. São providas de um disco capaz da rotação máxima de 90° e de dois flanges através dos quais se adaptam à canalização. Nas Estações Elevatórias são usualmente utilizadas na tubulação de sucção, antes da bomba. As válvulas de borboletas podem ser de comando manual, quando providas de volante, ou de comando hidráulico, ou ainda de comando elétrico.

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO



Figura 15: Válvula borboleta

- III. Válvulas de Retenção: geralmente ficam instaladas no início das tubulações de recalque, antes da válvula gaveta, para proteger as bombas contra os golpes de aríete resultantes da cessação brusca do escoamento por falta de energia elétrica ou outro ente transitório. Permitem o deslocamento da água num só sentido. As válvulas de retenção podem ser providas de *by pass*, desde que se deseje o retrocesso da água retida após a parada das bombas. O retrocesso da água pode ser útil, quer para o esvaziamento dos tubos e peças a serem retirados para substituição ou reparo, quer para o escorvamento das bombas providas de válvula de pé com crivo.



Figura 16: Válvula de retenção com portinhola única



Figura 17: Válvula de retenção com portinhola dupla

- I. Válvulas de Controle: são válvulas inteligentes que operam hidráulicamente, destinadas a diversos tipos de controle hidráulico, possuindo corpo comum e circuitos de funcionamento diferenciados para cada tipo de controle. Utilizadas em diversas etapas do saneamento, em Estações Elevatórias, quando empregadas, são ligadas no recalque da bomba cumprindo as seguintes operações de controle da bomba: fechamento gradual do fluxo, regulagem para operação com diversos percentuais de abertura, fechamento instantâneo no caso de falta de

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

brusca de energia, além de servirem como mecanismo de proteção contra golpes de aríete.



Figura 18: Válvula de controle

- II. Válvulas de Pé com Crivo: são instaladas na entrada das tubulações de sucção das bombas não afogadas, com a finalidade de impedir o retrocesso da água quando cessa o bombeamento. Deste modo, a bomba mantém-se escorvada. A escorva é o processo de enchimento da bomba e a respectiva tubulação de sucção com água. Nessa operação, a válvula de pé é indispensável, pois, se ela não existir, toda a água introduzida voltaria para o poço de sucção. Para tal, o dispositivo de vedação das válvulas deve ser perfeito. Do contrário, invalida a finalidade da peça, tornando difícil o início de operação das bombas. Partículas de areia ou outros materiais em suspensão na água, que se alojam no dispositivo de vedação como, ainda, o desgaste, corrosão ou incrustações, podem prejudicar o fechamento perfeito da válvula. Além do mais, por serem providas de crivo, impedem o acesso de corpos estranhos que poderiam danificar as bombas. As válvulas de pé com crivo impõem, para o seu bom funcionamento, que a tubulação de sucção, pelo menos seu trecho inicial, esteja na vertical.

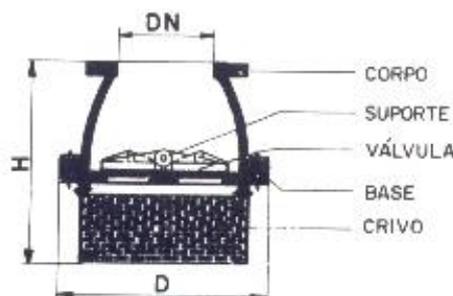


Figura 19: Válvula de pé com crivo

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

- III. Crivos: são dispositivos instalados na entrada das canalizações ou nas válvulas de pé, a fim de impedir que nelas tenham acesso corpos estranhos, capazes de provocar entupimento ou outros danos. Geralmente, são de ferro batido e de maior duração.

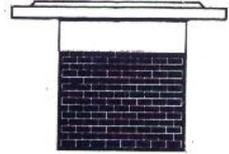


Figura 20: Crivos

- IV. Junta de Desmontagem Travada Axialmente: utilizada em canalizações flangeadas, sendo instalada próximo a registros, válvulas e, especialmente, próximo às bombas, facilitando sua desmontagem.



Figura 21: Junta de desmontagem travada axialmente

- V. Luva de Junta Gibault: utilizada nas montagens de equipamentos hidráulicos, em especial nas estações elevatórias. Utilizada, também, para consertos em adutoras e subadutoras de ferro fundido.



Figura 22: Luva de junta gibault

- IX. Luva de Junta Mecânica F°F°: largamente utilizada nas montagens de equipamentos hidráulicos em estações elevatórias. Utilizada, também, para consertos em adutoras e subadutoras de ferro fundido.

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

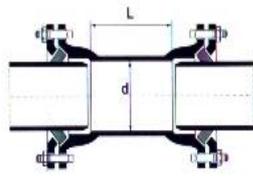


Figura 23: Luva de junta mecânica F°F°

- X. Ventosas: são aparelhos instalados usualmente nos pontos altos dos condutos forçados (adutoras, subadutoras e redes de distribuição) para permitir a saída do ar que neles se acumula durante o escoamento da água. Nas Estações Elevatórias são normalmente instaladas antes das bombas. Outra utilidade das ventosas é permitir a saída ou a entrada de ar nas canalizações por ocasião do seu enchimento ou esvaziamento. A tendência do ar acumulado nos pontos altos é comprometer o escoamento, reduzindo a seção útil do conduto com o aumento, conseqüente, da perda de carga. Existem diversos tipos de ventosas, dos mais simples aos mais complexos. São providas de rosca ou flange, dependendo do modo como são instaladas na tubulação; as de flange impõem o emprego de um tê no ponto alto do conduto.

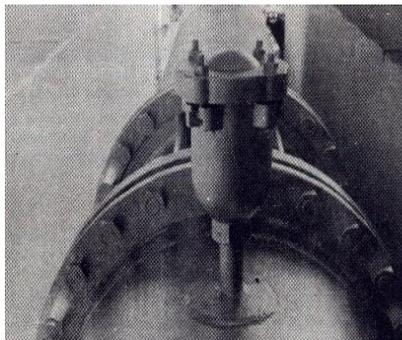


Figura 24: Ventosa

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO



Figura 25: Ventosa de simples função



Figura 26: Ventosa de tríplice função

XI. Manômetros e mano-vacuômetros - Os *manômetros* medem pressões positivas e são conectados, respectivamente, junto à saída e à entrada da bomba, através de uma tubulação de diâmetro reduzido. Em locais onde a pressão de sucção pode ser negativa, pode-se instalar, no lado da entrada (sucção), um mano-vacuômetro que medem pressões positivas e negativas.



Figura 27: Manômetros



Figura 28: Mano-vacuômetro

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

- d) Equipamentos Elétricos: Incluem-se nesta categoria as chaves de partida e proteção dos motores, os instrumentos de controle e, eventualmente, os transformadores. A partida dos motores assíncronos de rotor de gaiola é feita por meio de chaves compensadoras ou de chaves estrela-triângulo. Geralmente, incluem dispositivos para a proteção dos motores contra excesso de carga ou queda de tensão, permitindo o desligamento automático da corrente. Utilizando-se chave compensadora, a partida dos motores é feita com uma tensão reduzida obtida por meio de autotransformador. Quando o motor atingir uma determinada velocidade, altera-se a posição dos contatos e a ligação passa a ser feita diretamente da linha para o motor. Três cabos fazem a ligação entre a chave e o motor. Com esse procedimento, reduz-se a corrente de partida, evitando distúrbios à rede elétrica. No sistema de partida, por meio de chave estrela-triângulo, as extremidades dos enrolamentos de cada fase do motor são conduzidas até uma chave de comutação. Durante a partida, a chave estabelece contato entre os terminais, de modo que os enrolamentos do motor ficam ligados em estrela. Em seguida, a ligação é alterada e os enrolamentos ficam ligados em triângulo e a tensão nominal passa a ser aplicada integralmente a cada fase. A ligação entre o motor e a chave é feita por meio de seis cabos. Nos motores assíncronos de indução com rotor bobinado, a ligação é feita diretamente, sendo o controle na fase inicial feito por meio de reostato. Este permite reduzir, gradualmente, as resistências intercaladas em série com os enrolamentos do rotor até sua total eliminação, quando o motor adquire a velocidade normal de rotação. Os instrumentos de controle e medição são os voltímetros e amperímetros, ligados a cada fase da corrente e, às vezes, o frequencímetro. São montados sobre painel ou em cabina metálica, que abriga também as chaves de partida, as chaves de seccionamento e outros dispositivos auxiliares.
- e) Dispositivos Auxiliares: algumas estações elevatórias, dependendo da importância, do seu tamanho e da capacidade de produção, podem contar, ainda, com os seguintes equipamentos, aparelhos ou dispositivos:
- I. Medidor de Vazão: é colocado na saída da estação e destina-se a medir a quantidade total de água bombeada. Os principais tipos de medidores são os que se baseiam na criação de uma pressão diferencial. O Venturi

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

comum foi largamente utilizado, mas possui dimensões que hoje se consideram exageradas. Modernamente, são fabricados Venturis curtos e outros medidores menores, como o tubo Dall. Mais recentemente, têm sido empregados tubos Pitot acoplados a registradores gráficos de velocidade e, ainda, medidores eletromagnéticos e ultrassônicos. É sempre conveniente que os valores medidos sejam transmitidos para um aparelho que permita registrar e totalizar as vazões.

Os medidores de nível destinam-se a indicar a posição do nível de água no poço de tomada, no reservatório de alimentação das bombas ou no local de chegada da água. Existem vários tipos construídos, segundo diferentes princípios de funcionamento, sendo comuns os de flutuador, os pneumáticos e os elétricos.

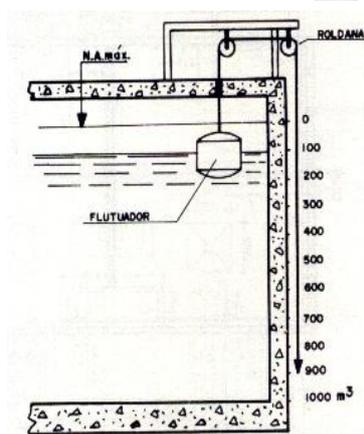


Figura 29: Medidor de vazão

- II. Escorva de Bombas: a escorva de bombas nas instalações pequenas é feita introduzindo-se água na bomba e no tubo de sucção através de um copo de enchimento existente na própria bomba. Em certos casos poderá ser feito o retorno da água acumulada na linha de recalque, abrindo-se, parcialmente, o registro e o “by-pass” da válvula de retenção. Nas instalações maiores, enche-se a bomba fazendo um vácuo parcial, obtido por meio de bomba auxiliar ejetora ou de uma bomba de vácuo. A água do poço de sucção sobe naturalmente para o corpo da bomba, colocando-a em condições de funcionar.

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

- III. Ponte Rolante: a ponte rolante, numa estação elevatória, destina-se à movimentação de peças, tubulações e equipamentos pesados. Só se justifica em grandes instalações. Nas pequenas casas de bombas, utilizam-se talhas sustentadas por tripés ou cavaletes. Em casos intermediários, pode-se colocar na parte superior do salão de bombas, de um sistema constituído de viga e sarilho móvel, operado manualmente.



Figura 30: Ponte rolante

8.2. Unidades Eletromecânicas das Estações de Tratamento

Nas Estações de Tratamento, tanto de Água como de Esgoto, são significativos os equipamentos ou aparelhos que se utilizam de dispositivos elétricos e mecânicos, ou ambos, para a realização das diversas etapas do tratamento. São os chamados “equipamentos de processo” e se constituem, normalmente, de bombas dosadoras, ejetores, misturadores, dosadores hidráulicos por gravidade, bem como materiais, elementos secundários e acessórios que integram estes equipamentos. Pode-se, resumidamente, descrever os principais equipamentos, para cada um dos principais tipos de Estação de Tratamento, a saber:

- a) Nas Estações de Tratamento de Água:
- I. Bombas Dosadoras de Produtos Químicos: normalmente, emprega-se para este fim bombas de deslocamento positivo do tipo de pistão, de êmbolo ou de diafragma; os produtos mais dosados são sulfato de

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

alumínio, hipoclorito de sódio, sulfato férrico, ácido fluossilícico, hidróxido de cálcio, carbonato de sódio, entre outros.



Figura 31: Bomba dosadora de produto químico

- II. Edutores ou Ejetores: dispositivos hidromecânicos, que, fazendo escoar por si água bombeada, à pressão moderada e velocidade elevada, arrasta, por atrito, o líquido que se quer aspirar, misturando-se à água e voltando, posteriormente, em baixa velocidade e pressão elevada; têm a vantagem de que o líquido a ser dosado, muitas vezes corrosivo, não entra em contato com a bomba, mistura-se à água no edutor (ejetor) e é descarregado no ponto de aplicação. São muito utilizados na cloração da água. Cada edutor (ejetor) está sempre associado a uma bomba (figura 32).

Serviço Autônomo Municipal

Caxias do Sul

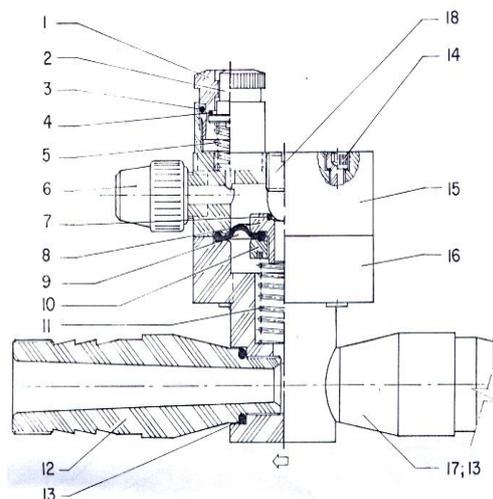


Figura 32: Edutor com bomba

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

- III. Bomba de Remoção de Lodo: o lodo sedimentado durante o processo, em especial o da lavagem de filtros, é usualmente levado a um reservatório (barrela), de onde é posteriormente bombeado para um local de refugo.
 - IV. Bombas de Decantação: leva a água, livre do sedimento, do reservatório (barrela) até a câmara de mistura, reentrando no processo; são utilizadas bombas centrífugas, dimensionadas de acordo com a vazão necessária.
 - V. Bombas de Lavagem de Filtros: bombeia água de reservatório próprio para lavagem de filtros, para o sistema de lavagem dos filtros. Usualmente são empregadas bombas centrífugas.
 - VI. Bombas para Lavagem Superficial de Filtros: geralmente, são bombas móveis de pequeno porte, utilizadas pelo operador para esguichar as paredes dos filtros, auxiliando no processo de lavagem.
 - VII. Bombas para Coleta de Amostras de Água: utilizadas nos vários estágios do tratamento, são pequenas bombas ligadas em diversos pontos do tratamento e fornecendo amostras contínuas destes pontos ao laboratório de análises.
 - VIII. Bomba de Água Tratada: para uso da estação de tratamento, é, usualmente, centrífuga, que, ligada ao reservatório geral de água já tratada da estação, fornece água a todas as instalações hidráulicas no interior da estação.
- b) Nas Estações de Tratamento de Esgoto:
- I. Bombas de Parafuso: utilizadas para grandes vazões de esgoto e pequenas alturas a serem vencidas; facilitam o transporte de materiais espessos e fibrosos.

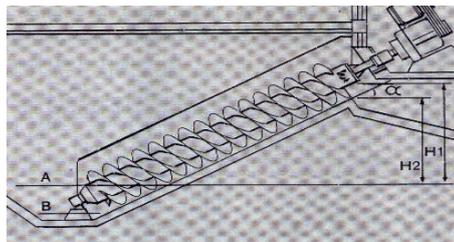


Figura 33: Bomba parafuso

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

- II. Bomba Submersível: a bomba e o motor elétrico, devidamente isolado, trabalham imersos nos poços de esgoto, bombeando o efluente de uma para outra câmara interna da estação, seguindo o processo de tratamento.

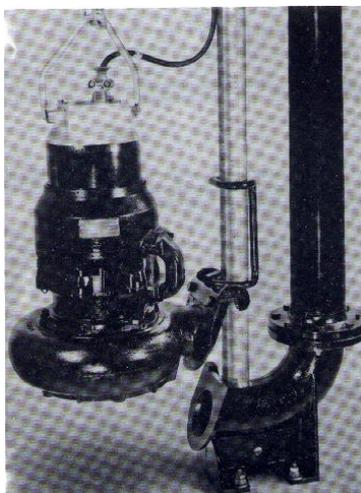


Figura 34: Bomba submersível

- III. Bombas de Poço Molhado: a bomba, seu eixo vertical e tubulação ficam imersos, ficando o motor externamente instalado; são utilizadas, como as anteriores, no bombeamento entre unidades internas da estação de tratamento.

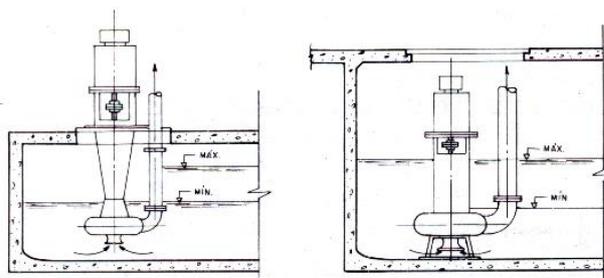


Figura 35: Bomba de poço molhado

- IV. Bombas de Poço Seco: toda a instalação fica externa ao poço, que é ligado à bomba pela linha de sucção; são auto escorvantes; como as anteriores, são utilizadas no bombeamento entre unidades internas do tratamento.

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

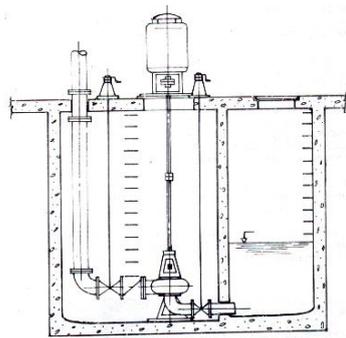


Figura 36: Bomba de poço seco

- V. Bombas de Lodo: bombeiam o lodo do decantador secundário ao adensador de lodo; são, usualmente, do tipo alternativo de pistão alongado com válvulas de esfera ou diafragma.

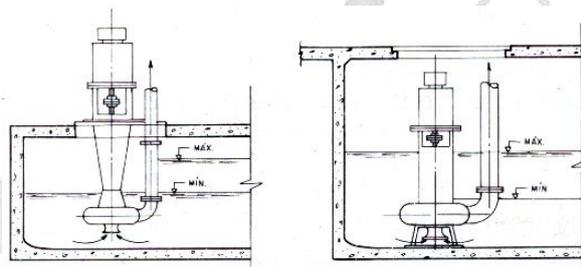


Figura 37: Bomba de lodo

- VI. Bombas Dosadoras de Produtos Químicos: similares às usadas nos processos de tratamento de água, aqui são empregadas, principalmente, na dosagem de hipoclorito de sódio e outros desinfetantes.

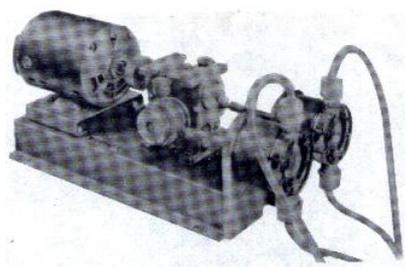


Figura 38: Bomba dosadora de produtos químicos

- VII. Bomba para Água: utilizada para serviços gerais e auxiliares da estação de tratamento; é usualmente centrífuga, que, ligada a um reservatório geral, fornece água a todas as instalações hidráulicas no interior da

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

estação.

8.3. Unidades Eletromecânicas nos Reservatórios

Nos reservatórios de água tratada, instalados nas estações de tratamento ou ao longo das adutoras e redes de distribuição, é essencial que existam mecanismos controladores de nível, máximos e mínimos, para evitar transbordamento ou o esvaziamento dos mesmos. Uma grande variedade de equipamentos eletromecânicos pode ser utilizada com esta finalidade. Os principais são:

- a) Controladores de Nível Mecânicos (Chave Boia);
- b) Controladores de Nível Eletrônicos;
- c) Controladores de Nível Ultrassônicos (alguns já possuem mecanismos de controle à distância).



9. MECÂNICA APLICADA AO SANEAMENTO

A mecânica está presente em quase todos os passos do ciclo de produção de água tratada, assim como no de despoluição dos esgotos sanitários. Em especial, a mecânica hidráulica, através das máquinas de fluxo e seus acessórios. A mais utilizada das máquinas de fluxo nas atividades de saneamento é, sem dúvida, a bomba, e, por isso, será a mais abordada neste capítulo. Válvulas e outros acessórios também serão apresentados para o entendimento global do assunto.

9.1 Bombas

Bomba é uma máquina de fluxo do tipo geratriz. Máquinas geratrizes são aquelas que recebem trabalho mecânico, geralmente fornecido por uma máquina motriz (motores), e o transforma em energia hidráulica, propiciando (cedendo) ao líquido um acréscimo de energia sob as formas de energia potencial de pressão e energia cinética. Então, a bomba é uma máquina geratriz que tem por finalidade realizar o deslocamento de um líquido por escoamento.

9.1.1. Classificação das Bombas

O modo pelo qual é feita a transformação do trabalho em energia hidráulica e o recurso para cedê-la ao líquido, aumentando sua pressão e/ou sua velocidade, permitem classificar as bombas, segundo o Hydraulic Institute (USA), em:

- a) Bombas Cinéticas: (a) Centrífugas: de fluxo radial; de fluxo misto e de fluxo axial; (b) Periféricas: de estágio único e de estágios múltiplos; (c) Especiais: de ejetor; de injeção de gás; de aríete hidráulico e eletromagnético.
- b) Bombas de Deslocamento Positivo (Direto): (a) Com movimento alternado (alternativas): de pistão; de êmbolo e de diafragma; (b) Com movimento rotativo (rotativas): de rotor único (de palheta, de pistão, de membro flexível, de parafuso) e de rotor múltiplo (de engrenagem, de lóbulo, de pistão circunferencial, de parafuso).

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

Nessa classificação, foram reunidas, sob a denominação de bombas cinéticas, aquelas em que é importante o fornecimento de energia à água, sob forma de energia de velocidade. Essa energia converte-se dentro da bomba em energia de pressão, permitindo que a água atinja posições mais elevadas dentro de uma tubulação.

Nas bombas de deslocamento positivo, tem-se, principalmente, uma ação de propulsão que faz incrementar a energia de pressão e alcançar os mesmos objetivos das bombas cinéticas.

As primitivas bombas utilizadas em abastecimento de água eram do tipo de deslocamento direto, de movimento alternativo, a pistão; eram movimentadas por máquinas a vapor.

Com o advento da eletricidade e do motor elétrico, as bombas cinéticas do tipo centrífugas passaram a ser preferidas devido ao maior rendimento, ao custo menor de instalação, operação e manutenção e ao reduzido espaço exigido para a sua montagem, comparativamente às bombas de pistão.

Atualmente, há um predomínio quase total das bombas centrífugas em sistemas públicos de abastecimento de água e mesmo nos de esgotamento sanitário. Dos demais tipos citados, aquelas que ainda encontram emprego na extração de água de poços são: a bomba de pistão, a bomba centrífuga com ejetor e a bomba de injeção de ar comprimido.

As bombas de deslocamento positivo são, hoje, utilizadas, dentro das atividades de saneamento, nos processos de tratamento, principalmente como bombas dosadoras e são, em geral, equipamentos para pequenas vazões e consideráveis pressões.

9.1.2. Bombas Centrífugas

Pela importância e pela gama de aplicações no saneamento, as bombas centrífugas serão o enfoque central das apresentações que se seguirão. Inclusive, no

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

último capítulo, onde se tratará de instalação, operação e manutenção, este tipo de bomba será objeto da abordagem.

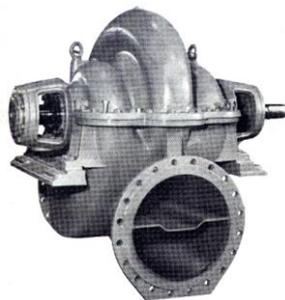


Figura 39: Bomba centrífuga

Fazendo parte das turbobombas, ou bombas rotodinâmicas, as bombas centrífugas são caracterizadas por possuírem um órgão rotatório dotado de pás, chamado rotor, que exerce, sobre o líquido, forças que resultam da aceleração que lhe imprime. Estas bombas são usualmente classificadas segundo a trajetória do líquido no rotor em: de fluxo radial, de fluxo misto e de fluxo axial.

As bombas de fluxo radial são as denominadas centrífugas propriamente ditas. A água penetra na bomba por uma entrada junto ao eixo do rotor, sendo daí dirigida para a periferia a grande velocidade, graças à força centrífuga gerada pelo rotor em movimentação. A água sai do rotor tangencialmente, sendo, canalizada numa câmara de forma circular afunilada, denominada voluta, onde parte da energia de velocidade é convertida em energia de pressão. A depressão causada na entrada com o deslocamento da água para a periferia assegura a chegada contínua de água situada em cota, inferior ao corpo da bomba. É a faculdade da bomba conhecida por sucção.

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

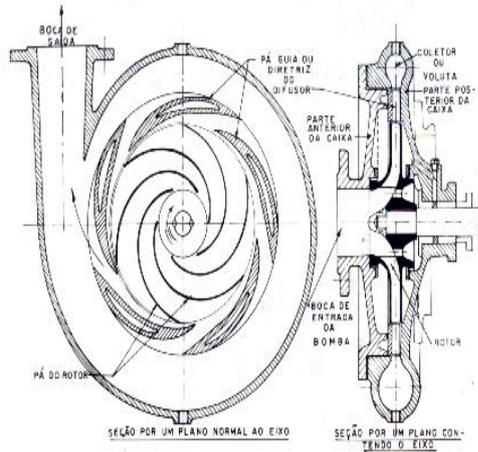


Figura 40: Bomba de fluxo radial

As bombas de fluxo radial podem ter rotores dos tipos aberto, semiaberto e fechado. Correspondendo, na figura 41, às letras A, B, C e D.

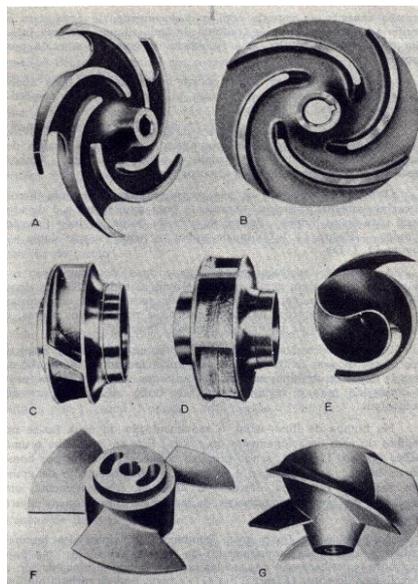


Figura 41: Tipos de rotores para bombas de fluxo radial

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

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

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 da figura 41) ou de ambos os lados (sucção dupla, letra D da figura 41).

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.

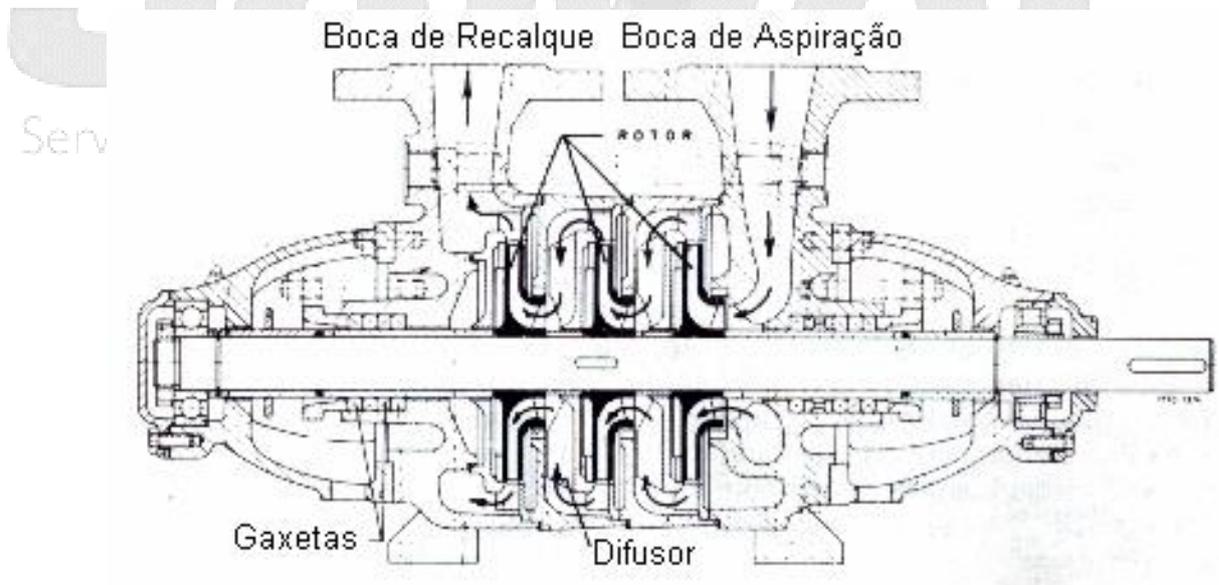


Figura 42: Bomba centrífuga com rotor

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 da figura 41), sendo,

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

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.

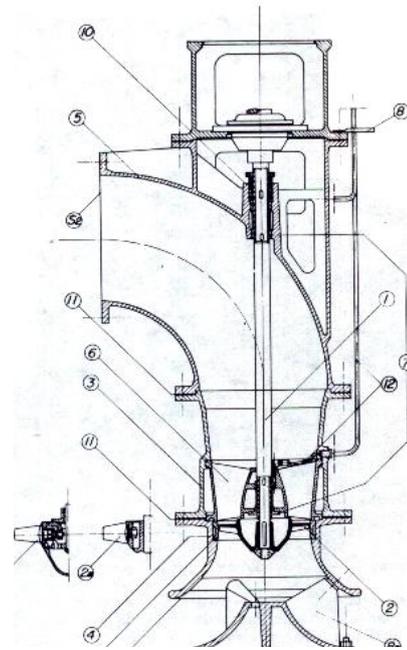
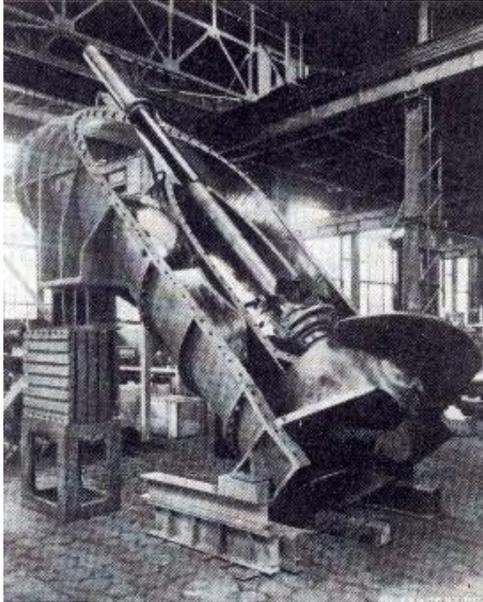


Figura 43: Bomba de fluxo axial

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 da figura 41) a certo tipo de turbina hidráulica. 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.

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

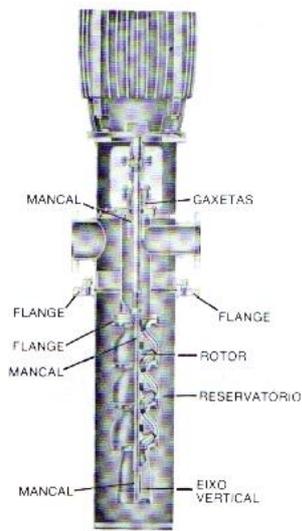


Figura 44: Bomba de fluxo misto

A definição por uma bomba centrífuga e a escolha da mesma é feita essencialmente através da vazão que se deseja elevar (bombear) e da altura total desta elevação. A vazão é o volume do líquido por unidade de tempo e pode ser expressa em m^3/h , m^3/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:

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

Bomba	Rotação por Minuto (RPM)
Alta Rotação	3.000 a 3.600
Média Rotação	1.500 a 1.800
Baixa Rotação	1.200 ou menor

Quadro 2: 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.

Para concluir e melhor ilustrar este item, descreveremos a seguir os principais componentes internos de uma bomba centrífuga, ou ligados a ela:

- a) Rotor: também chamado de impulsor ou impelidor, tem a finalidade de transformar energia mecânica que recebe do eixo em energia hidráulica;
- b) Eixo: peça destinada a articular uma ou mais partes de um mecanismo que

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

entorno dela descrevem movimento circular; nas bombas é o eixo que transmite a energia mecânica provinda do motor;

- c) Carcaça: também denominado corpo espiral, trata-se da estrutura externa e fixa da bomba que abriga o conjunto interno girante (eixo/rotor);
- d) Mancal de rolamento: dispositivo sobre o qual se apoia um eixo girante e que lhe permite o movimento com um mínimo de atrito. É nele que estão alojados os rolamentos;
- e) Rolamento: mecanismo que diminui o atrito e facilita o movimento de rotação do eixo;
- f) Gaxeta: transado de amianto grafitado disposto em forma de anéis, utilizado para fazer a vedação hidráulica em uma junção móvel, no caso entre o eixo e o corpo da bomba;
- g) Selo mecânico: cumpre o mesmo papel de vedação da gaxeta, porém é formado por duas partes, uma móvel e outra fixa com composição de carvão e aço inox (ou cerâmica e aço inox), mantendo-se unidas por pressão de uma mola;
- h) Luva de acoplamento: elemento de ligação entre o eixo do acionador (motor) e o eixo da máquina de fluxo (bomba). Tem como função complementar absorver desalinhamentos e amortecer vibrações e choques.

Serviço Autônomo Municipal
de Água e Esgoto

Caxias do Sul

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

10. ELETRICIDADE APLICADA AO SANEAMENTO

Como já se pode verificar, no material que antecede este item, a eletricidade é quem fornece a força motriz para a maioria dos equipamentos e processos que envolvem as atividades do Saneamento. Neste capítulo, será conhecido um pouco mais sobre eletricidade, com ênfase aos conceitos, ao estudo dos motores elétricos e de seus dispositivos de controle e acionamento.

10.1. Conceitos e Definições de Termos Técnicos Usuais

Neste subitem serão fornecidas definições de alguns dos termos técnicos mais usuais no campo da eletricidade industrial, além de alguns conceitos específicos, formando um pequeno glossário, em ordem alfabética, que poderá ser consultado, posteriormente, para melhor entendimento da matéria apresentada.

- a) Acionamento Manual: componente mecânico de acionamento de um equipamento. Exemplos: botão de comando, punho, alavanca.
- b) Acionamento por Botão (ou tecla): comando de um circuito através de um dispositivo de comando por botão (ou tecla). Com esse tipo de acionamento são dados apenas impulsos de comando de curta duração.
- c) Acionamento por Corrente Alternada (CA): circuito de comando alimentado por corrente alternada.
- d) Acionamento por Corrente Contínua (CC): os equipamentos de comando à distância podem independentemente da natureza da corrente do circuito principal em que operam, ser acionados por corrente alternada ou corrente contínua. No caso de acionamento por corrente contínua (CC), o circuito de comando através do qual o equipamento é ligado e desligado, possui uma fonte de alimentação em corrente contínua. Evidentemente, a bobina magnética de um contator deve ser, então, apropriada para corrente contínua ou ser um sistema magnético em corrente alternada (ligação por resistência) próprio para acionamento em corrente contínua.
- e) Botão de Comando de Fim de Curso: botão acionado mecanicamente, para sinalização, comando e limitação de curso; o miolo da botoeira é que contém

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

os contatos e os terminais do dispositivo de fim de curso.

- f) Botão Sinalizador: botoeira com botão transparente de forma tal que se obtenha, assim como sinalizador luminoso, indicação ótica dada por uma lâmpada nele embutida.
- g) Capacidade de Interrupção: é a máxima corrente que um dispositivo de manobra (contator, disjuntor, chave seccionadora, etc.) pode interromper sob condições definidas.
- h) Capacidade de Ligação: a capacidade de ligação indica a grandeza da corrente de ligação com a qual o dispositivo de manobra (contator, disjuntor, chave seccionadora, etc.) ainda pode operar com segurança. Caso a corrente de ligação ultrapasse a capacidade de ligação, os contatos do dispositivo de manobra podem fundir-se.
- i) Capacitância: é a capacidade que tem alguns sistemas de armazenar energia elétrica sob a forma de um campo eletrostático. O aparelho utilizado para a medida da capacitância é o capacímetro.
- j) Chave Principal: dispositivo destinado a comandar o circuito principal de alimentação, ligado diretamente ao consumidor, passando, através desse, a corrente de operação.
- k) Chave Seccionadora: chave que, na posição aberta, satisfaz as exigências de distância de isolação especificadas para um seccionador.
- l) Chave Seccionadora sob Carga: dispositivo de manobra que preenche os requisitos de uma chave sob carga e de uma chave principal.
- m) Circuito Auxiliar ou de Comando: circuito através do qual são acionados os dispositivos de manobra; além disso, é usado para fins de medição, comando, travamento e sinalização. Esse circuito engloba a fonte de alimentação (tensão de comando), os contatos dos dispositivos de comando, os acionamentos elétricos (bobina) dos dispositivos de manobra, assim como os elementos auxiliares de manobra.
- n) Circuito Elétrico: conjunto de componentes passivos e ativos, e de fontes de força eletromotriz, ligados eletricamente entre si, e no qual existe pelo menos um caminho fechado ao longo das ligações e componentes.
- o) Circuito Principal: circuito formado das partes mais importantes dos contatos principais e dos terminais; tais partes são destinadas a conduzir a corrente

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

de operação.

- p) CLP (Controlador Lógico Programável): equipamento eletrônico digital com hardware e software compatíveis com aplicações industriais.
- q) Contato: parte de um dispositivo de manobra, através do qual um circuito é ligado ou interrompido. Há contatos fixos e móveis e, de acordo com a utilização, contatos principais e contatos auxiliares.
- r) Contato Auxiliar: pode ter duas formas: contato de chave auxiliar; contato inserido em um circuito auxiliar e operado mecanicamente pelo contator.
- s) Contato NA (Normalmente Aberto): contato que fecha quando do estabelecimento e que abre quando da interrupção de um dispositivo de manobra.
- t) Contato NF (Normalmente Fechado): contato que abre quando do estabelecimento e que fecha quando da interrupção de um dispositivo de manobra.
- u) Contato Principal: apresenta-se de duas formas: contato no circuito principal de um dispositivo de manobra. Contato inserido no circuito principal de um contator, previsto para conduzir, na posição fechada, a corrente desse circuito.
- v) Contato Fechador Auxiliar: encontrado particularmente nos contatores, e que é comandado simultaneamente com os contatos principais fechados, através do qual é selada a alimentação da bobina do contator; este contato é ligado em paralelo com o botão de ligação do contator.
- w) Corrente Alternada: corrente elétrica cuja intensidade e sentido variam periodicamente com o tempo.
- x) Corrente Contínua: corrente elétrica cuja intensidade é constante, ou varia muito pouco, sem nunca inverter o sentido.
- y) Corrente de Curto-circuito: designação genérica para a corrente passível de ocorrer no local de instalação de um dispositivo de manobra, quando os terminais estão curto-circuitados.
- z) Corrente de Interrupção: corrente que pode ser interrompida por um dispositivo de manobra (contator, disjuntor, chave seccionadora), em condições normais de operação; da amplitude dessa corrente depende, principalmente, a vida útil dos contatos.

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

- aa) Corrente de Partida: corrente que um motor consome, quando ligado, porém, ainda em repouso (na partida ou na frenagem); seu valor médio é cerca de 6 a 9 vezes a corrente nominal nos motores de gaiola.
- bb) Corrente de Pico: máximo valor instantâneo de corrente, por exemplo, no ato da ligação. É a corrente que a bobina de contator consome, por exemplo, em curto espaço de tempo, durante a fase de ligação do contator.
- cc) Corrente Elétrica: intensidade do fluxo da carga elétrica através de um condutor; seu símbolo é a letra maiúscula I e sua unidade de medida é o Ampère. O aparelho destinado a medir a corrente elétrica é o Amperímetro.
- dd) Corrente Nominal (IN): corrente que é função das condições de operação de um circuito, determinado pelas condições de emprego, em função da qual são escolhidos os diversos dispositivos. Um dispositivo de manobra pode possuir várias correntes nominais, dependendo do regime de operação. Não se deve confundir corrente nominal com corrente de regime permanente.
- ee) Curto-circuito: ligação, praticamente sem resistência, de condutores sob tensão; nestas condições, através de uma resistência transitória desprezível, a corrente assume um valor muitas vezes maior do que a corrente de operação; assim sendo, o equipamento e parte da instalação, poderão sofrer esforços térmicos e eletrodinâmicos excessivos. Três são os tipos de curto-circuito: o trifásico, entre três condutores de fase; o monofásico, entre dois condutores de fase; e o para-a-terra, entre um condutor de fase e a terra ou um condutor aterrado.
- ff) Curva Característica Tempo Corrente: é a curva que indica em quanto tempo, a uma determinada corrente, um relé ou um fusível opera.
- gg) Dielétrico: substância ou objeto isolador da eletricidade.
- hh) Extinção de Arco: interrupção da corrente após a abertura das peças de contato. Há duas principais formas de extinção: o arco de corrente alternada pode auto extinguir-se pela passagem da corrente pelo ponto zero; deve ser evitado um restabelecimento do arco, devido à presença da tensão (uso da câmara de aletas extintoras); o arco de corrente contínua pode ser extinto prolongando-o e resfriando-o intensivamente (uso da câmara em cunha e da bobina de sopro).
- ii) Fator de Potência: relação entre a potência ativa e a potência aparente em

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

equipamentos e redes de corrente alternada.

- jj) Força Eletromotriz: tensão elétrica entre os terminais de uma fonte de energia elétrica que está funcionando em condições de reversibilidade.
- kk) Frequência de Operações (Manobras ou Ligações): indica quantas manobras por unidade de tempo podem ser realizadas por um dispositivo.
- ll) Frequência Elétrica: é o número de vezes por segundo que a tensão muda de sentido e volta à condição inicial; é expressa em “ciclos por segundo” ou “hertz”, simbolizada por Hz.
- mm) IHM (Interface Homem-Máquina): dispositivo eletrônico composto, normalmente, por uma tela de cristal líquido e um conjunto de teclas para navegação e/ou inserção de dados que se comunica com o dispositivo controlador (CLP).
- nn) Impedância: quociente entre a amplitude de uma tensão alternada e a corrente que ela provoca em um circuito.
- oo) Indutância: propriedade de indução de força eletromotriz em um circuito, por efeito de uma corrente que passa pelo próprio circuito ou por um circuito próximo.
- pp) Inversor de Frequência: dispositivo capaz de gerar tensão e frequência trifásica ajustáveis, com a finalidade de controlar a velocidade de um motor de indução trifásico. É utilizado tanto na partida de motores quanto em regime de operação contínua.
- qq) Ligação em Paralelo: tipo de ligação na qual mais de um dispositivo de manobra, contatos ou condutores, são ligados paralelamente no mesmo circuito. Aplicado em um dispositivo de manobra, onde contatos ligados em paralelo elevam a corrente de regime permanente do dispositivo, porém não é capacidade de operação e nem a tensão nominal.
- rr) Ligação em Série: tipo de ligação na qual mais de um dispositivo, componente ou contato, são ligados consecutivamente no mesmo circuito; ligando-se os contatos de um dispositivo de manobra em série, o arco da corrente da interrupção pela abertura simultânea dos contatos é dividido em vários e reduzidos arcos; com isso, eleva-se a tensão nominal de um dispositivo de manobra.
- ss) Limitação de Corrente: limitação de corrente de curto-circuito, calculada em

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

função das impedâncias do circuito. Isso é conseguido com a utilização de fusíveis e disjuntores que, perante correntes muito elevadas de curto-circuito, operam num intervalo de tempo tão curto que a corrente de curto-circuito não atinge seu valor máximo.

- tt) Linha Elétrica: instalação elétrica, destinada ao transporte de energia elétrica, compreendendo um conjunto de condutores com seus suportes e acessórios (terminais e contatos).
- uu) Nível de Isolamento: conjunto de valores de tensões suportáveis nominais que caracterizam o isolamento de um equipamento elétrico em relação a sua capacidade de suportar solicitações dielétricas.
- vv) Painéis de Distribuição CCM: painéis que contêm os Centros de Controle de Motores (dispositivos de controle do motor); são conjuntos de armários modulados, com gavetas ou “racks”.
- ww) Partida Lenta (de motores): são partidas em que a inércia da carga é alta, sendo necessária a utilização de equipamentos destinados a limitar a corrente elétrica e a velocidade de giro dos motores no momento da partida; atualmente utilizam-se, para este fim, equipamentos chamados soft-starter e inversores de frequência.
- xx) Potência Aparente: em um circuito de corrente alternada, é o produto da tensão pela corrente sem que seja levado em conta o fator de potência, sendo indicada em VA.
- yy) Potência Ativa: também chamada de “potência real”, é a potência que é fornecida por ou consumida em um circuito elétrico, sendo igual ao produto da tensão pela corrente e pelo fator de potência. A potência ativa é indicada em Watt (W); e, em componentes indutivos e capacitivos, é parte da potência aparente que o componente consome e transforma em outra forma de energia (por exemplo, calor e potência mecânica fornecida). O aparelho que mede a potência é o Wattímetro.
- zz) Potência Reativa: potência alternada necessária para produzir campos eletromagnéticos, em motores elétricos, transformadores; é indispensável para funcionamento de todos os equipamentos consumidores indutivos, mas não pode, como potência ativa, ser transformada em qualquer energia útil; produz em cabos e instalações uma carga inativa, principalmente nas redes

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

das concessionárias de energia elétrica; equipamentos de regulação capacitiva, compensadores e capacitores de potência acoplados adicionalmente, fornecem a potência reativa necessária ao consumidor, compensam os campos eletromagnéticos, aliviando assim a carga das concessionárias.

- aaa) Potência Consumida: é a potência requerida pelas bobinas de conjuntos magnéticos e por motores acionadores. É indicada em watt (potência ativa) ou em voltampère (potência aparente); em bobinas para acionamento por corrente alternada, é indicada a potência aparente e o fator de potência.
- bbb) Proteção de Motor: proteção contra os efeitos de sobrecarga e curto-circuito sobre o motor, isto é, proteção da isolação do enrolamento contra aquecimentos e esforços eletrodinâmicos inadmissíveis, através de: Relês térmicos de sobrecarga; Sondas térmicas; Fusíveis; Disjuntores.
- ccc) Resistência Elétrica: é a propriedade que tem toda a substância (exceto os supercondutores) de se opor a passagem de corrente elétrica, e que é medida, em um corpo determinado, pelo quociente da tensão contínua aplicada às suas extremidades pela corrente elétrica que atravessa o corpo. Seu símbolo é a letra maiúscula R , e sua unidade é o ohm. O aparelho que mede a resistência é o Ohmímetro.
- ddd) Soft-starter: dispositivo eletrônico capaz de controlar a potência do motor no instante da partida.
- eee) Tensão Elétrica: é a diferença de potencial elétrico entre dois pontos de um circuito. Seu símbolo é a letra maiúscula U e sua unidade é o volt. O aparelho que mede a tensão é o Voltímetro.
- fff) Tensão Máxima: é o valor de pico da tensão, ou seja, o maior valor instantâneo atingido pela tensão durante um ciclo (este valor é atingido duas vezes no ciclo, uma vez positivo e uma vez negativo).
- ggg) Tensão Nominal: é o valor eficaz da tensão pelo qual um equipamento é designado e ao qual são referidos outros valores nominais.
- hhh) Tensão Nominal de Comando: é a tensão de valor padrão (geralmente), segundo a qual se especificam os equipamentos auxiliares de comando, proteção e sinalização.
- iii) Transdutor de Pressão: tem a função de receber uma pressão mecânica

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

sobre a sua superfície e transformar em sinal elétrico, o qual será tratado e utilizado pelo equipamento de monitoração no controle do processo.

10.2. Principais Equipamentos Utilizados

Neste subitem serão fornecidas informações técnicas sobre os principais equipamentos elétricos que são utilizados em instalações de saneamento. Não existe dúvida de que os motores elétricos são o principal aparelho envolvido e por isto ele receberá a maior ênfase.

10.2.1. Motores Elétricos

Motor elétrico é a máquina destinada a transformar energia elétrica em energia mecânica. É o mais usado de todos os tipos de motores, pois combina as vantagens da utilização de energia elétrica – baixo custo, facilidade de transporte, limpeza e simplicidade de comando – com sua construção simples, custo reduzido, grande versatilidade de adaptação às cargas dos mais diversos tipos e melhores rendimentos.

10.2.1.1. Tipos de Motores Elétricos

Os tipos mais comuns de motores elétricos são os de corrente contínua e os de corrente alternada.

- a) Motores de corrente contínua: são motores de custo mais elevado e, além disso, precisam de uma fonte de corrente contínua ou de um dispositivo que converta a corrente alternada comum em contínua. Podem funcionar com velocidade ajustável entre amplos limites e se prestam a controles de grande flexibilidade e precisão. Por isso, seu uso é restrito a casos especiais em que estas exigências compensam o custo muito mais alto da instalação.
- b) Motores de corrente alternada: são os mais utilizados, porque a distribuição de energia elétrica é feita normalmente em corrente alternada. Os principais tipos são:
 - I. Motor síncrono: funciona com velocidade fixa, utilizado somente para grandes potências (devido ao seu alto custo em tamanhos menores) ou

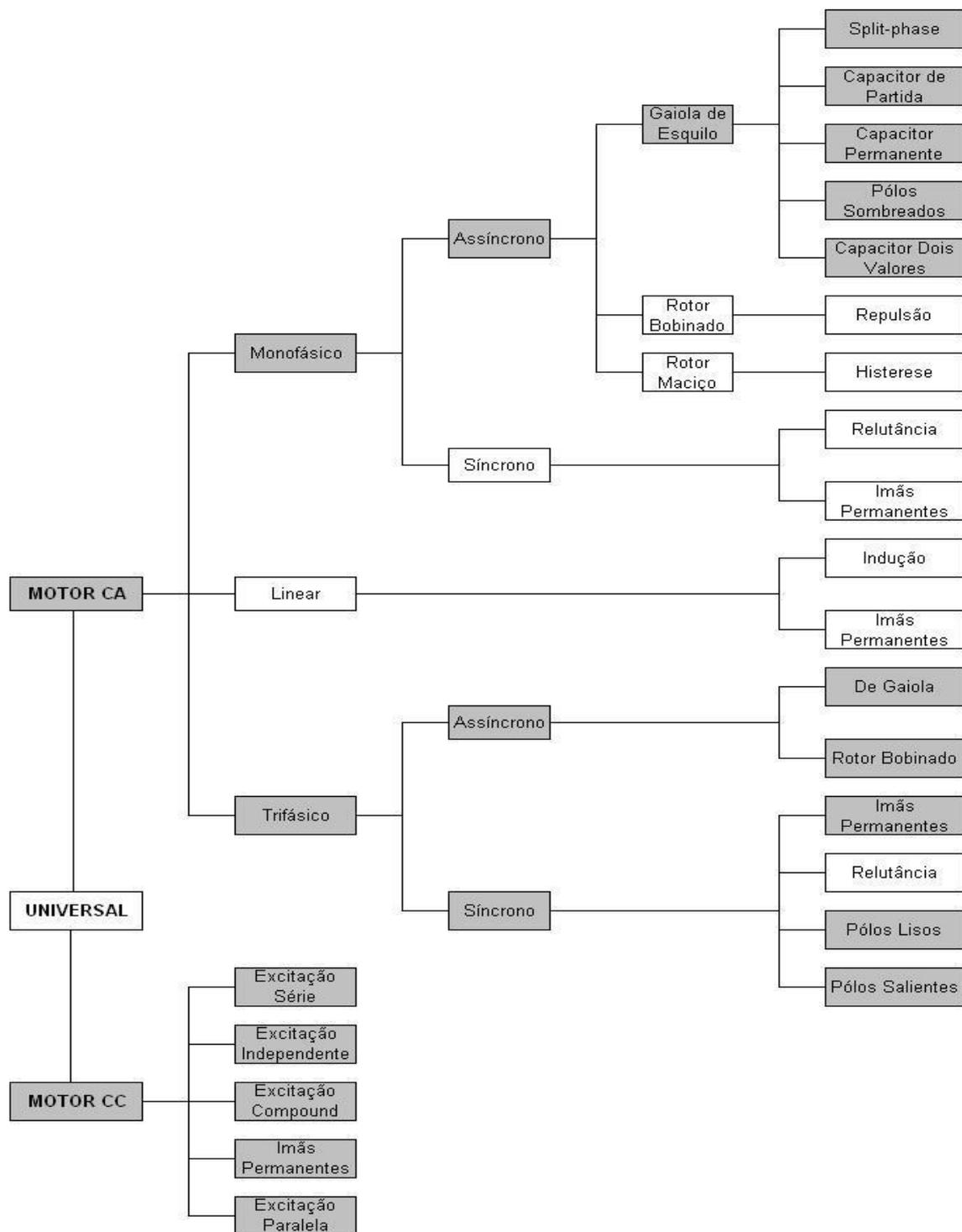
CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

quando se necessita de velocidade invariável.

- II. Motor de indução: funciona, normalmente, com uma velocidade constante, que varia ligeiramente com a carga mecânica aplicada ao eixo. Devido a sua grande simplicidade, robustez e baixo custo, é o motor mais utilizado de todos, sendo adequado para quase todos os tipos de máquinas acionadas, encontradas na prática. Atualmente, é possível controlar a velocidade dos motores de indução com o auxílio de inversores de frequência.



CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO



Quadro 3: Motores - tipos e usos

10.2.1.2. Conceitos Básicos relativos a Motores Elétricos

Para melhor entender o princípio de funcionamento dos motores, apresentamos algumas definições importantes.

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

- a) Conjugado: o conjugado (também chamado torque, momento ou binário) é a medida do esforço necessário para girar um eixo. É sabido, pela experiência prática, que para levantar um peso por um processo semelhante ao usado em poços, a força (F) que é preciso aplicar à manivela depende do comprimento (l) da mesma. Quanto maior for a manivela, menor será a força necessária. Se dobrarmos o tamanho (l) da manivela, a força (F) necessária será diminuída à metade. Deduzimos que para medir o esforço necessário para girar o eixo não basta definir a força empregada, é preciso também dizer a que distância do eixo a força é aplicada. O “esforço” é medido pelo conjugado, que é o produto da força pela distância ($F \times l$).

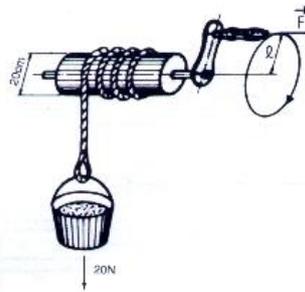


Figura 45: Sistema conjugado

- b) Energia e Potência Mecânica: a potência mede a velocidade com que a energia é aplicada ou consumida. Exprime a rapidez com que a energia é aplicada e se calcula dividindo a energia ou trabalho total pelo tempo gasto em realizá-lo. A unidade mais usual para medida de potência mecânica é o CV (cavalo-vapor).
- c) Energia e Potência Elétrica: embora a energia seja uma coisa só, ela pode se apresentar de formas diferentes. Se ligarmos uma resistência a uma rede elétrica com tensão, passará uma corrente elétrica que irá aquecer a resistência. A resistência absorve energia elétrica e a transforma em calor, que também é uma forma de energia. Um motor elétrico absorve energia elétrica da rede e a transforma em energia mecânica disponível na ponta do eixo.
- d) Importância do Fator de Potência: visando a otimização do aproveitamento do sistema elétrico brasileiro, reduzindo o trânsito de energia reativa nas linhas

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

de transmissão, subtransmissão e distribuição, a Portaria ANEEL nº 414/2010, determina que o fator de potência de referência das cargas seja de no mínimo 0,92. A mudança do fator de potência dá maior disponibilidade de potência ativa no sistema, já que a energia reativa limita a capacidade de transporte de energia útil. O motor elétrico é uma peça fundamental, pois dentro das indústrias representa mais de 60% do consumo de energia. Logo, é imprescindível a utilização de motores com potência e características bem adequadas à sua função. O fator de potência varia com a carga do motor.

- e) Correção do Fator de Potência: o aumento do fator de potência é realizado com a ligação de uma carga capacitiva, em geral, um capacitor ou motor síncrono super excitado, em paralelo com a carga.
- f) Rendimento: o motor elétrico absorve energia elétrica e a transforma em energia mecânica disponível no eixo. O rendimento define a eficiência com que é feita esta transformação.
- g) Polaridade: propriedade que caracteriza o sentido de passagem de corrente elétrica por um terminal de um circuito elétrico, e seu potencial em relação a outro ponto.
- h) Sistema de Corrente Alternada Monofásica: uma tensão alternada U (volt) é gerada e aplicada entre dois fios, aos quais se liga a carga, que absorve uma corrente I (ampère).

Serviço Autônomo Municipal

Caxias do Sul

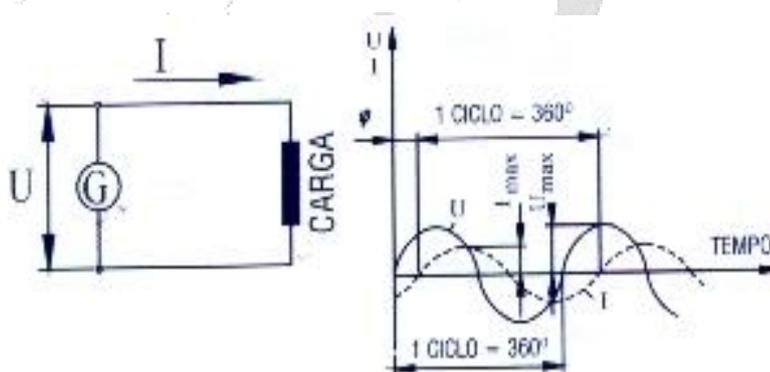


Figura 46: Representação e gráfico de um sistema de corrente alternada monofásica

- i) Sistema de Corrente Alternada Trifásica: é formado pela associação de três sistemas monofásicos de tensões U_1 , U_2 e U_3 tais que a defasagem (atraso) entre eles seja de 120° . O sistema é equilibrado visto que as tensões têm

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

o mesmo valor eficaz.

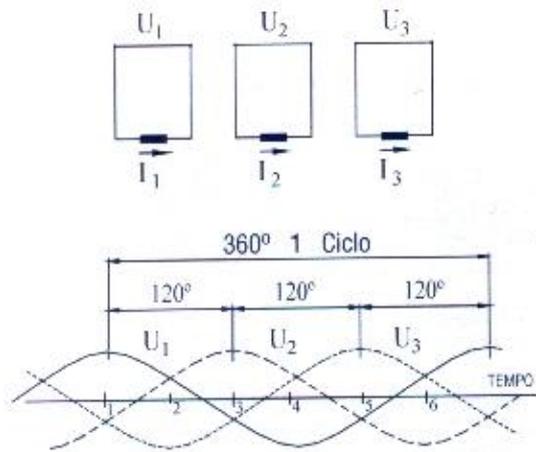


Figura 47: Representação e gráfico de um sistema de corrente alternada trifásica

Ligando entre si os três sistemas monofásicos e eliminando os fios necessários, teremos um “sistema trifásico”, ou seja: três tensões U_1 , U_2 e U_3 equilibradas, defasadas entre si em 120° e aplicadas entre os três fios do sistema. Esta ligação pode ser feita de duas maneiras, que são a “ligação triângulo” e a “ligação estrela”. A seguir, esquema demonstrativo destas ligações:

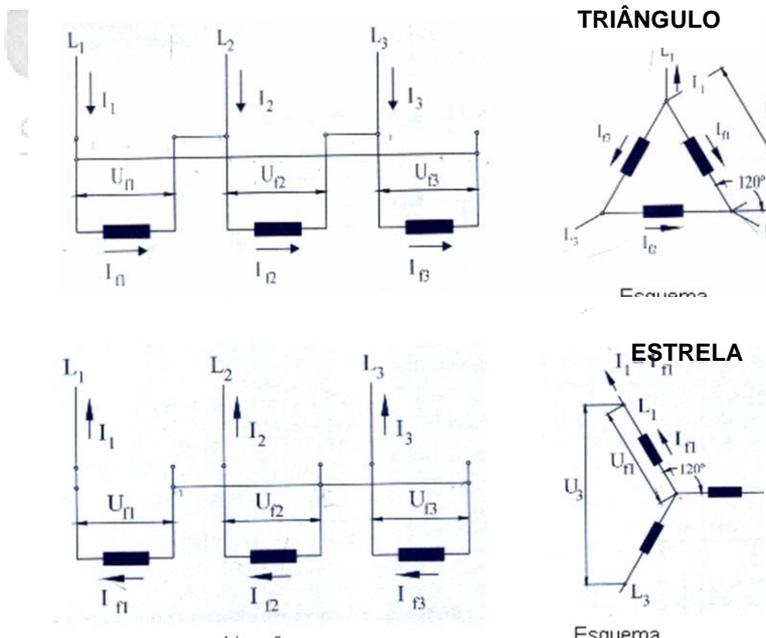


Figura 48: Ligação triângulo

Figura 49: Ligação estrela

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

10.2.1.3. Motor de Indução Trifásico

Por ser o mais utilizado nas instalações relacionadas com o saneamento, estaremos, aqui, ampliando as informações sobre este tipo específico de motor. O motor de indução trifásico é composto, fundamentalmente, de duas partes: estator e rotor.

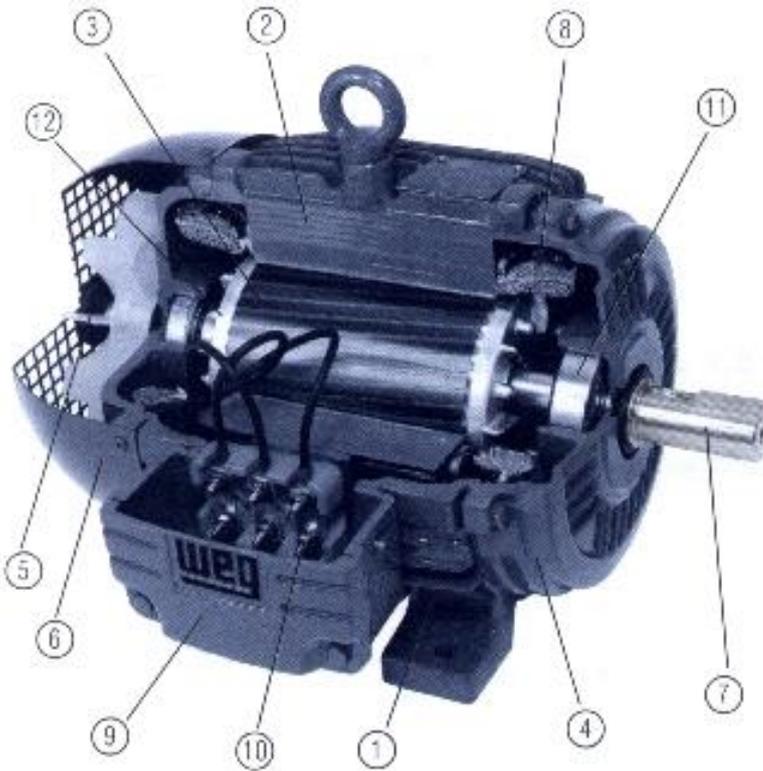


Figura 50: Motor de indução trifásico

a) Estator

- I. Carcaça (nº1 da figura 50): é o suporte do conjunto, de construção robusta em ferro fundido, aço ou alumínio injetado, resistente à corrosão e com aletas.
- II. Núcleo de chapas (nº2 da figura 50): as chapas são de aço magnético, tratadas termicamente para reduzir ao mínimo as perdas no ferro.
- III. Enrolamento trifásico (nº8 da figura 50): três conjuntos iguais de bobinas,

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

uma para cada fase, formando um sistema trifásico ligado à rede trifásica de alimentação.

b) Rotor

- I. Eixo (nº7 da figura 50): transmite a potência mecânica desenvolvida pelo motor. É fabricado em liga de aço, tratado termicamente, para evitar problemas com empenamento e fadiga.
 - II. Núcleo de chapas (nº3 da figura 50): as chapas possuem as mesmas características das chapas do estator.
 - III. Barras e anéis de curto-circuito (nº12 da figura 50): são de alumínio injetado sob pressão numa única peça.
- c) Outras partes do motor de indução trifásico: Tampa (nº4 da figura 50); Ventilador (nº5 da figura 50); Tampa defletora (nº6 da figura 50); Caixa de ligação (nº9 da figura 50); Terminais (nº10 da figura 50); Rolamentos (nº11 da figura 50).

Importante: O que caracteriza o motor de indução é que só o estator é ligado à rede de alimentação. O rotor não é alimentado externamente e as correntes que circulam nele são induzidas eletromagneticamente pelo estator. Daí o nome de motor de indução.

Seu princípio de funcionamento baseia-se em que, quando uma bobina é percorrida por uma corrente elétrica, é criado um campo magnético dirigido conforme o eixo da bobina e proporcional à corrente.

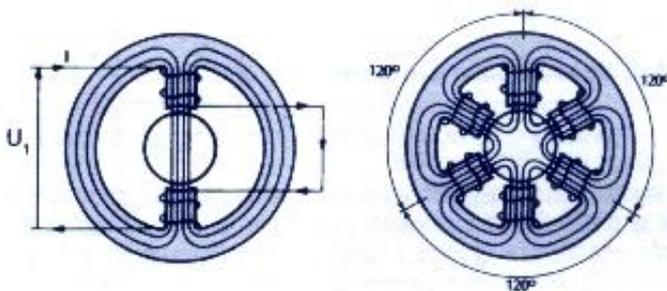


Figura 51: Bobina

Quando um enrolamento trifásico é alimentado por correntes trifásicas, cria-se um “campo girante”, como se houvesse um único par de polos girantes, de intensidade

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

constante. Este campo girante, criado pelo enrolamento trifásico do estator, induz tensões na barra do rotor as quais geram corrente e, conseqüentemente, um campo no rotor, de polaridade oposta ao do campo girante. Como campos opostos se atraem e como o campo do estator (campo girante) é rotativo, o rotor tende a acompanhar a rotação deste campo. Desenvolve-se, então, no rotor, um conjugado motor que faz com que ele gire, acionando a carga.

10.2.1.3.1. Vida Útil do Motor

Sendo o motor de indução uma máquina robusta e de construção simples, a sua vida útil depende quase exclusivamente da vida útil da isolação dos enrolamentos. Esta é afetada por muitos fatores, como umidade, vibrações, ambientes corrosivos e outros. Dentre todos os fatores, o mais importante é, sem dúvida, a temperatura de trabalho dos materiais isolantes empregados. Um aumento de 8 a 10 graus na temperatura da isolação reduz sua vida útil pela metade.

Quando se fala em diminuição da vida útil do motor, não se refere às temperaturas elevadas, quando o isolante se queima e o enrolamento é destruído de repente. Vida útil da isolação (em termos de temperatura de trabalho, bem abaixo daquela em que o material se queima), refere-se ao envelhecimento gradual do isolante, que vai se tornando ressecado, perdendo o poder isolante, até que não suporte mais a tensão aplicada e produza o curto-circuito.

A experiência mostra que a isolação tem duração praticamente ilimitada, se a sua temperatura for mantida abaixo de certo limite. Acima deste valor, a vida útil da isolação vai se tornando cada vez mais curta, à medida que a temperatura de trabalho é mais alta. Este limite de temperatura é muito mais baixo que a temperatura de “queima” do isolante e depende do tipo de material empregado. Esta limitação de temperatura se refere ao ponto mais quente da isolação e não, necessariamente, ao enrolamento todo. Evidentemente, basta um “ponto fraco” no interior da bobina para que o enrolamento fique inutilizado. Por isto, a seguir, veremos as classes de isolamento.

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

10.2.1.3.2 Classes de Isolamento

O limite de temperatura depende do tipo de material empregado. Para fins de normalização, os materiais isolantes e os sistemas de isolamento (cada um formado pela combinação de vários materiais) são agrupados em classes de isolamento, cada qual definida pelo respectivo limite de temperatura, ou seja, pela maior temperatura que o material pode suportar continuamente sem que seja afetada sua vida útil. As classes de isolamento utilizadas em máquinas elétricas e os respectivos limites de temperatura, conforme nbr 7094, são as seguintes: Classe A (105°C); Classe E (120°C); Classe B (130°C); Classe F (155°C); Classe H (180°C). As classes B e F são as comumente utilizadas em motores normais.

10.2.1.4. Motores de Alto Rendimento

Os motores de alto rendimento são motores projetados para, fornecendo a mesma potência útil (na ponta do eixo) que outros tipos de motores, consumirem menos energia elétrica da rede. Construtivamente os motores de alto rendimento possuem as seguintes características:

- a) Chapas magnéticas de melhor qualidade (aço silício);
- b) Maior volume de cobre, que reduz a temperatura de operação;
- c) Enrolamentos especiais, que produzem menos perdas no estator;
- d) Rotores tratados termicamente, reduzindo perdas no rotor;
- e) Altos fatores de enchimento das ranhuras, que provêm melhor dissipação do calor gerado;
- f) Anéis de curto circuito dimensionados para reduzir as perdas Joule;
- g) Projetos de ranhuras do motor são otimizados para incrementar o rendimento.

10.2.1.5. Placa de Identificação dos Motores Elétricos

A placa de identificação dos motores elétricos deve conter as suas características nominais. Veja modelo a seguir.

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

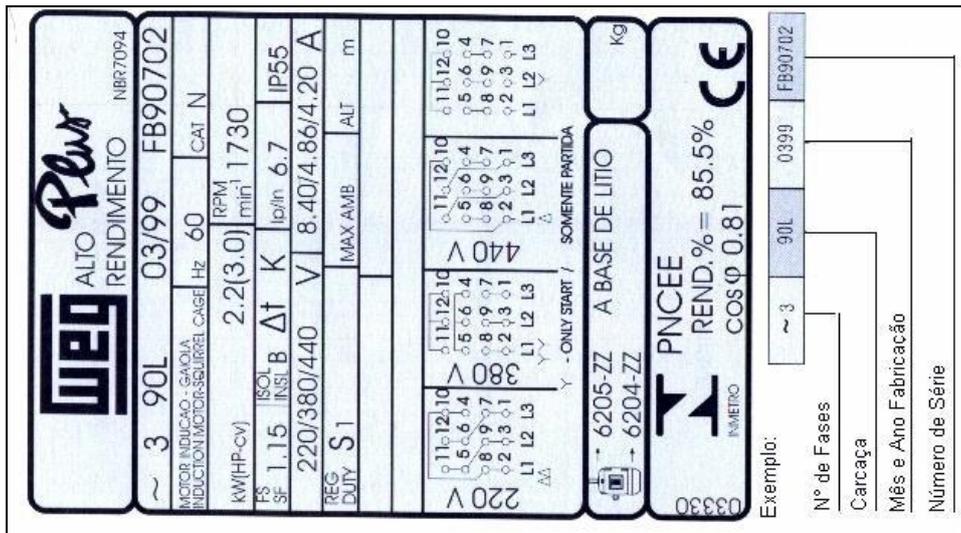


Figura 52: Placa de identificação de motor elétrico

10.2.2. Chave de Partida

Pode ser definida como o equipamento de manobra e proteção, capazes de estabelecer, conduzir e interromper correntes de motores em condições normais e inclusive em sobrecargas e curtos-circuitos. Importância de Utilização:

- Proteção: (1) do operador contra acidentes; (2) do motor contra: falta de fase, sobrecarga, curto-circuito, sobretensões, subtensões (queda de tensão), ambientes quentes, danos na ventilação, queda do fornecimento de energia; (3) das instalações contra avarias causadas por picos na ligação e comutação; (4) de outros equipamentos e consumidores instalados próximos do motor.
- Versatilidade: (1) ligação rápida e segura do motor; (2) comando manual ou automático à distância com dispositivos como: temporizadores, sensores de nível, pressostatos, termostatos, fins-de-curso; (3) simplificação do sistema de operação e supervisão da instalação.

10.2.2.1. Componentes Principais

- Contatores de Força (ou Principais): são equipamentos de operação eletromagnética, que têm uma única posição de repouso e são capazes de estabelecer, conduzir e interromper correntes em condições normais e de sobrecargas no funcionamento (correntes de rotor bloqueado). *Basicamente os contatores são usados para comandar motores.*

Estes equipamentos são selecionados com base em quatro principais fatores,

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

a saber:

- I. Categoria de Emprego: determina as condições para a ligação e a interrupção da corrente e da tensão nominal de serviço correspondente, para a utilização normal do contator, nos mais diversos tipos de aplicação para corrente alternada e corrente contínua;
- II. Vida Elétrica: é a durabilidade dos contatos de forças e depende essencialmente da corrente de desligamento.
- III. Contatos Auxiliares: a quantidade e o tipo de contatos auxiliares necessários em uma instalação dependem da necessidade de comando, intertravamento e sinalização.
- IV. Tensão de Comando: definida em função da disponibilidade de tensão e das necessidades dos componentes a serem acionados, sendo 220V a tensão de comando mais utilizada, pois apresenta estabilidade de contatação e proporcionalmente menor queda de tensão. Não é recomendado o uso de tensões de comando acima de 220V, porque podem comprometer a isolação dos componentes de comando. Caso não se tenha a tensão de comando desejada, pode-se obtê-la através de transformador de comando tensão 220V.
 - b) Contatores Auxiliares: são, como o nome diz, contatos que servem para operações auxiliares, tais como: intertravamento; comando; sinalização entre outros.
 - c) Relés de Sobrecarga: protegem o motor contra sobrecargas, inclusive falta de fase e rotor bloqueado. Os relés devem ser dimensionados de forma que contenham em sua faixa de ajuste a corrente (I) que circula no trecho onde estão ligados. Outras considerações importantes sobre relés: sempre que possível, o relé não deve ser dimensionado com a corrente nominal do circuito situado no extremo superior de sua faixa de ajuste, pois se houver necessidade do motor ser usado, com fator de serviço acima de 1, o relé não permitirá tal corrente, mesmo que o motor suporte esta situação. Análise semelhante é válida para o extremo inferior, onde o relé teria dificuldades para detectar falta de fase, quando o motor estivesse trabalhando consideravelmente abaixo da corrente nominal; em casos especiais, onde o tempo de partida é longo ou o volume de manobras é elevado, deve-se utilizar

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

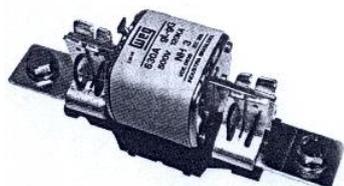
sondas térmicas; para obter-se a eficácia na proteção contra falta de fase, é necessário regular o relé para a corrente de trabalho (corrente medida) no motor.

- d) Fusíveis de Força: os fusíveis são dispositivos de proteção, contra sobrecorrente que, quando usados em circuitos alimentadores de motores, protegem os mesmos, principalmente contra correntes de curto circuito e seletivamente (em combinação com relés de sobrecarga) contra sobrecargas de longa duração. Os fusíveis podem ser classificados de acordo com diversos critérios. Destes critérios os mais usados são: (a) tensão de alimentação: alta tensão ou baixa tensão; (b) características de interrupção: ultrarrápido ou retardado.

Os fusíveis usados na proteção de circuitos de motores são da classe funcional, indicando que são fusíveis com função de “proteção geral”.

Quanto a sua forma construtiva classificam-se basicamente em fusíveis do tipo “D” e do tipo “NH”:

- I. Os fusíveis do tipo “D” (diametral) são recomendados para uso tanto residencial quanto industrial, pois possuem proteção contra contatos (toques) acidentais e podem ser manuseados por pessoal não qualificado.
- II. Os fusíveis do tipo “NH” (alta capacidade – baixa tensão) são recomendados para uso industrial e devem ser manuseados apenas por pessoal qualificado.



Fusível do tipo "NH"

Figura 53: Fusível do tipo NH

- III. Fusíveis de Comando: utilizados para a proteção dos circuitos de comando, normalmente se utilizam fusíveis com características de interrupção retardada e forma construtiva do tipo “D”. Como as potências de regime e de pico dos circuitos de comando variam conforme a sequência de operação dos componentes, os fusíveis devem ser

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

dimensionados para o instante de maior potência de consumo.

- e) Transformador de Comando: o transformador de comando tem como objetivo principal compatibilizar a tensão da rede com a tensão de comando. O uso deste componente possibilita que o circuito de comando seja ligado entre fase e terra, evitando o desequilíbrio do ponto neutro da ligação estrela da rede. Este desequilíbrio causa a variação de tensão de comando. O transformador isola (separa) eletricamente o circuito de comando do principal. Com esta prática o circuito de comando estará isento de qualquer anomalia (curto-circuito, sobrecargas) do circuito força.
- f) Autotransformadores de Partida: os autotransformadores distinguem-se dos transformadores pelo fato de possuírem apenas um enrolamento, que é, ao mesmo tempo, primário e secundário. São aplicados em chaves de partida compensadora para permitir a redução da tensão de alimentação na partida de motores. Os autotransformadores possuem, opcionalmente, instalado na bobina central, um termostato. O termostato tem a função de proteção do equipamento contra aquecimento excessivo ocasionado por sobrecarga ou número de partidas acima do especificado. O termostato é especificado em função da classe de isolamento do autotransformador.
- g) Protetores Térmicos (Sondas Térmicas) para Motores Elétricos: protegem os motores diretamente contra elevações de temperaturas acima das especificações (usados principalmente em motores): (a) a prova de explosão (sem ventilador); (b) com frequência de manobras elevadas; (c) com tempo de partida muito elevado (Partida lenta); (d) em ambientes quentes. São determinados em função da classe de isolamento dos motores, sendo os mais utilizados:
- I. Termostatos: seu princípio de funcionamento baseia-se na deformação de lâminas bimetálicas com o calor. Possuem contatos auxiliares NF que se abrem quando o elemento atinge determinada Temperatura (por exemplo, classe de isolamento de motores). Os termostatos são colocados entre as espiras, nas cabeças de bobina do motor, sempre do lado oposto ao ventilador. São ligados em série com a bobina do contator principal.

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

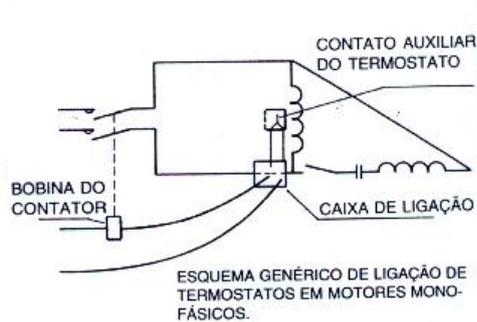


Figura 54: Esquema genérico de ligação de termostatos em motores monofásicos

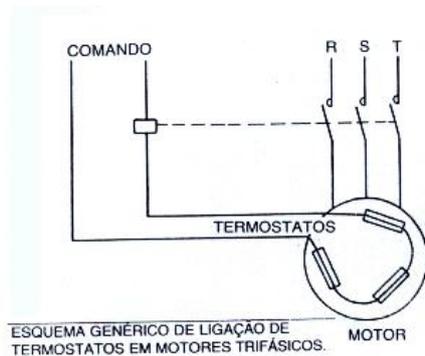


Figura 55: Esquema genérico de ligação de termostatos em motores trifásicos

Para temperaturas acima da classe de isolamento do motor, os termostatos desligam a bobina do contator que alimenta o motor. O religamento será possível tão logo o motor retorne à temperatura nominal. Em motores trifásicos utiliza-se um termostato por fase, podendo ser utilizado dois termostatos por fase para operar em alarme e desligamento. Neste caso os termostatos de alarme deverão ser apropriados para a atuação de temperatura prevista do motor e os termostatos de deslizamento, deverão atuar na temperatura da classe de isolamento do motor.

- II. Termistores – PTC: são dispositivos feitos de material semicondutor que, para um determinado valor de temperatura sofrem uma variação brusca no valor da sua resistência. O PTC (positive temperature coeficient) é um termistor cuja resistência aumenta bruscamente para um valor bem definido de temperatura. A instalação de PTCs é feita entre as espiras, nas cabeças de bobinas do motor, sempre do lado oposto da ventilação.
- III. Termoresistência: são elementos que têm sua operação baseada na

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

se do tipo retardo na energização pela existência dos terminais de acesso ao comando de pulso (1-2), comando este executado por contatos externos ao relé (contatos auxiliares de contatores, botões pulsadores, etc.), que cumprem apenas a função de “jumper” (ponte) entre dois pontos de circuito eletrônico. É importante salientar que, por se tratarem de bornes de acesso ao circuito eletrônico, os terminais 1 e 2 jamais poderão receber qualquer sinal externo de tensão, sob risco de serem danificados. Os terminais A1-A2 devem permanecer energizados durante todo o ciclo de funcionamento do relé. São aplicados em sequenciamento de comando e interrupções e nos painéis de comando. Seu funcionamento acontece da seguinte forma: quando fechado o contato que executa a conexão entre os bornes 1-2, os contatos de saída comutam e somente após a abertura do contato é que inicia a temporização selecionada, sendo que, depois de decorrida a mesma, os contatos de saída retornam à posição de repouso.

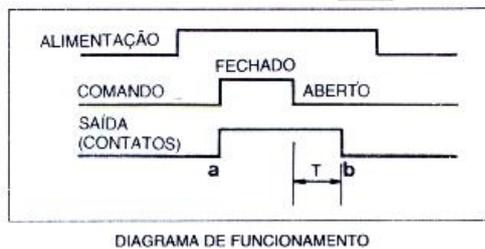


Figura 58: Diagrama de funcionamento

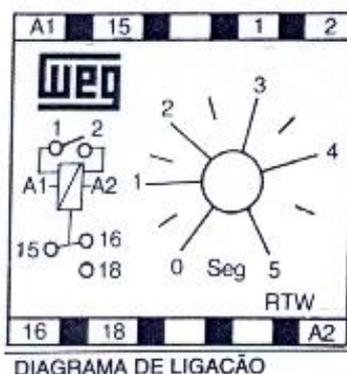


Figura 59: Diagrama de ligação

- III. Relé de Tempo Estrela Triângulo: especialmente fabricado para utilização em chaves de partida estrela triângulo, possui dois circuitos de

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

temporização em separado, sendo um de tempo variável para controle do contator que executa a conexão estrela, e outro, com tempo preestabelecido para controle do contator que executa a conexão triângulo. Seu funcionamento: depois de aplicada tensão nominal aos terminais A1-A2, o contato de saída da etapa de temporização estrela comuta (15 -18). Após, decorrida a temporização selecionada (0 a 30seg) o contato de saída da etapa volta ao repouso (15 - 16). Repete-se operação similar para a etapa triângulo.



Figura 60: Diagrama de Ligação

- i) Relés de Sequência da Fase (RSW): devido a seu baixo custo e simplicidade de aplicação é o elemento ideal para monitorização e controle de sequência de fase em sistemas trifásicos, com uso na proteção de motores trifásicos, painéis de comando, acionamento CA, detendo qualquer inversão na sequência das fases R, S, T.
- j) Relés Falta de Fase:
 - I. Com Neutro na Instalação: o controle de proteção contra falta de fase com neutro supervisiona redes trifásicas nas quais as fases R, S e T defasadas entre si de 120° elétricos. Detecta a falta de uma ou mais fases do neutro e opera o desligamento da carga quando a falta ocorre. O neutro deve ser ligado ao aparelho. Normalmente é fornecido com retardo para desligamento de até 5 segundos para que não opere desnecessariamente durante a partida do motor que, muitas vezes, pode provocar na rede quedas de tensão maiores que a programada do aparelho para atuação. É dotado de um contato reversor.
 - II. Sem Neutro na Instalação: este supervisiona redes trifásicas com

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

defasagens elétricas também de 120° e tem as demais características do anterior, porém não sendo necessária à ligação do neutro ao aparelho.

- k) Relé de Mínima e Máxima Tensão: são utilizados na supervisão de redes de alimentação monofásicas e trifásicas. Permitem o acionamento de alarme ou desligamento de circuitos de modo a proteger equipamentos contra variação de tensão da rede além dos limites pré-fixados. O ajuste ocorre através dos valores máximos e mínimos de tensão admissíveis para o equipamento a ser protegido, através de dois potenciômetros independentes. O relé de saída estará energizado para tensões de alimentação dentro da faixa ajustada e desenergizado acima ou abaixo desta. Estes relés também atuam por falta de fase sem neutro e também, podem ser dotados de retardos no desligamento de até 5 segundos para evitar que ocorram desligamentos dos sistemas durante o tempo de partida no caso de instalação de motores de grandes potências.

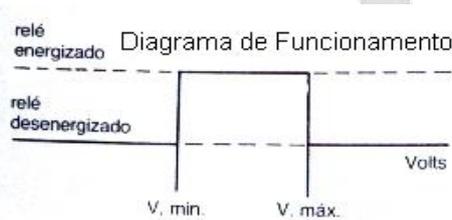


Figura 61: Diagrama de funcionamento

- l) Transformadores de Corrente (TC): os Transformadores de Corrente são transformadores destinados a reproduzir em seus secundários a corrente de seus circuitos primários em uma proporção definida, conhecida e adequada para uso em instrumentos de medição, controle e proteção. A finalidade é isolar os instrumentos de medição, controle ou proteção, e reduzir as altas correntes dos circuitos de força, tornando mais econômica à construção dos sistemas. São componentes de circuito-série, isto é, o primário é ligado em série com o circuito (a carga) e no seu secundário todos os elementos são também ligados em série. Os transformadores de corrente, em sua grande maioria, são encontrados somente com o enrolamento secundário, sendo o primário o próprio condutor do circuito onde será conectado.

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

10.2.2.2. Principais Tipos de Chaves de Partida

- a) Partida Direta: neste tipo o motor parte com valores de conjugado (torque) e corrente de partida plenos, pois suas bobinas recebem tensão nominal, conforme figuras:

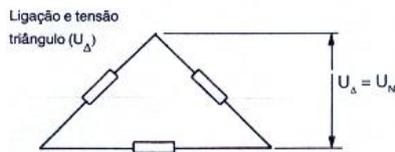


Figura 62: Ligação e tensão triângulo

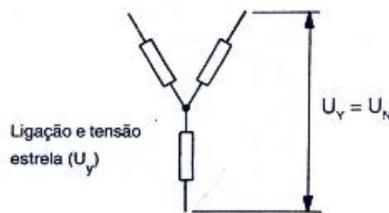


Figura 63: Ligação e tensão estrela

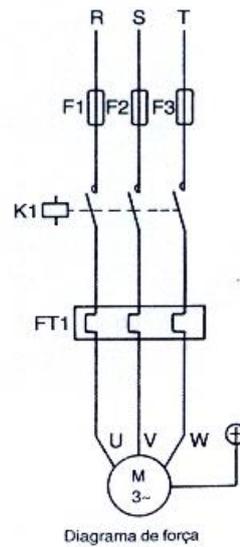


Figura 64: Diagrama de força

- b) Partida Estrela – Triângulo: consiste na alimentação do motor com redução de tensão nas bobinas durante a partida. Na partida executa-se ligação estrela no motor (apto a receber tensão de estrela), porém alimenta-se com tensão triângulo, ou seja, tensão da rede. Assim as bobinas do motor recebem apenas 58% da tensão que deveriam receber. Após a partida, o motor deve ser ligado em triângulo assim as bobinas passam a receber tensão nominal. Este tipo de chave proporciona redução da corrente de partida para aproximadamente 33% de seu valor para a partida direta. Utilizada para partidas em vazio.



Figura 65: Ligação estrela com tensão de triângulo

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO



Figura 66: Ligação triângulo com tensão triângulo

- c) Partida Compensadora: esta chave de partida alimenta o motor com tensão reduzida em suas bobinas, na partida. A redução da tensão nas bobinas (apenas durante a partida) é feita através da ligação de um autotransformador em série com as mesmas. Após o motor ter acelerado, as bobinas voltam a receber tensão nominal. Pode ser usada para motores que partem sob carga, desde que o conjugado resistente de partida da carga seja inferior à metade do conjugado de partida do motor.

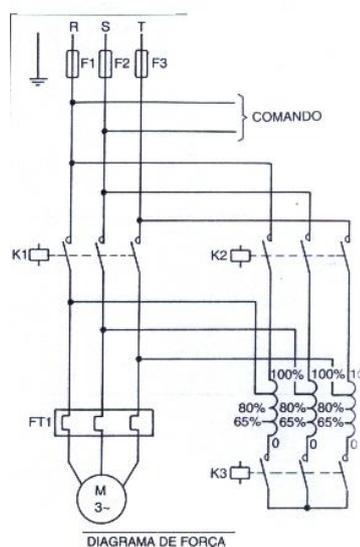


Figura 67: Diagrama de força

- d) Partida Série Paralelo: o motor parte com tensão reduzida em suas bobinas. A chave série paralelo proporciona uma redução de corrente para 25% do seu valor de partida direta. É apropriada para cargas com partida necessariamente em vazio, pois o conjugado de partida fica reduzido a $\frac{1}{4}$ de seu valor para tensão nominal. Este tipo de chave é utilizada para motores de 4 tensões e no mínimo 9 cabos. Dividem-se em:

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

- I. Triângulo Série Paralelo: chave própria para motor com a execução dos enrolamentos em 220/380/440/660V ou 220/440V, sendo que a tensão da rede deve ser necessariamente 220V. Na partida executa-se a ligação triângulo série (apto a receber 440V) e aplica-se tensão de triângulo paralelo (220V). Após a partida o motor deve ser ligado em triângulo paralelo, assim as bobinas passam a receber tensão nominal (220V).

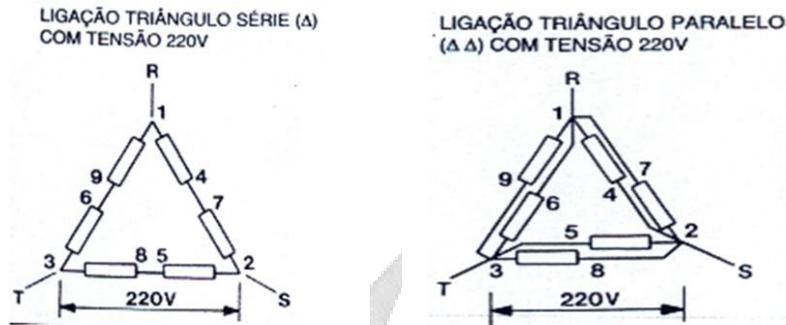


Figura 68: Ligação triângulo série e paralelo com tensão 220v

- II. Estrela Série Paralelo: chave própria para motor com execução dos enrolamentos em 220/380/440/760V ou 380/760V, sendo que a tensão da rede deve ser necessariamente 380V. Na partida executa-se a ligação estrela série (apto a receber 760V) e aplica-se tensão de estrela paralelo (380V). Após a partida do motor deve ser ligado em estrela paralelo, assim as bobinas passam a receber tensão nominal (380V).

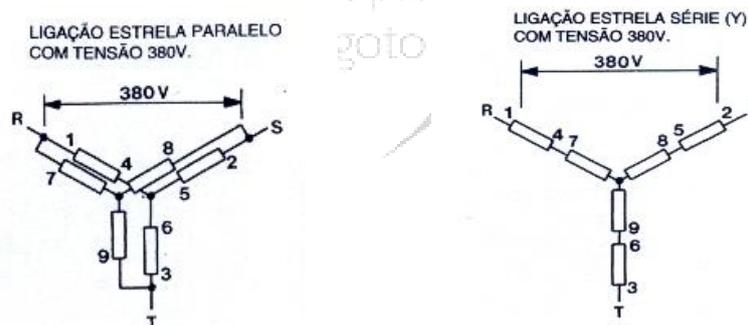


Figura 69: Ligação estrela paralelo e série com tensão 380v

- e) Partida Suave (Soft-Starter): Sistema de partida eletrônico no qual é controlada a tensão aplicada sobre o motor no momento da partida. Consequentemente, é controlada a corrente de partida do motor, proporcionando uma "partida suave" (*soft start* em inglês) do motor e evitando

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

quedas de tensão elétrica bruscas na rede de alimentação, como ocorre em partidas diretas. Normalmente, as chaves soft-starters operam com a técnica chamada *by-pass*, na qual, no final da rampa de partida, quando o motor está recebendo da soft-starter a plena tensão da rede, a corrente do motor deixa então de fluir pela soft-starter, evitando danos por sobreaquecimento na soft-starter.

- f) Partida com Inversor de Frequência: Sistema de partida eletrônico no qual a tensão alternada da rede é retificada e posteriormente convertida novamente em uma rede alternada de tensão e frequência controlada. Os inversores de frequência, além de oferecer as mesmas vantagens da soft-starter na partida do motor, permite um efetivo controle do motor durante sua operação permanente, sobretudo em situações onde uma velocidade variável é desejável, como em processos produtivos ou, no caso do abastecimento, quando há variação no consumo de água. Ao contrário da soft-starter, não possui o dispositivo de *by-pass*, já que a corrente do motor permanece continuamente fluindo pelo inversor. O inversor, além destas funções, permite o controle de outras variáveis, como corrente máxima aceitável do motor e torque, além de atuar como dispositivo de proteção, detectando sobrecarga, desbalanceamento, falta de fase, etc.



Figura 70: Painel de comando – exterior



Figura 71: Painel de comando - interior

10.2.3. Dispositivos Controladores de Nível

São dispositivos elétricos conectados a equipamentos de funcionamento

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

mecânico, destinados a controlar o nível de água nos reservatórios de distribuição, ou mesmo captação de água subterrânea (poços artesianos). Os mais utilizados estão descritos a seguir:

- a) Controladores de Nível Eletromecânicos – Tipo Chave Bóia: o controle de nível é feito através da atuação mecânica de uma bóia sobre contatos de comando. Os contatos acionam a bobina do contator ou podem acionar diretamente motores de pequenas potências.
- b) Controladores de Nível Eletrônicos: trabalham acoplados normalmente a três eletrodos (tipo haste ou pêndulo), sendo que dois determinam o nível máximo e mínimo, e o outro é usado como referência e deve ser colocado abaixo do eletrodo de nível inferior. Os controladores detectam a diferença de condutibilidade entre eletrodos quando submersos ou não no líquido.

10.2.4. Dispositivos Medidores de Vazão (Macromedidores)

São equipamentos que, inseridos em um determinado ponto da rede de distribuição, permitem medir a quantidade de água que passa naquele ponto. Pode-se dizer que eles têm a mesma função dos hidrômetros domésticos, mas com finalidade de controle, não de faturamento. Estes equipamentos permitem, entre outras coisas, o controle do desperdício da água, no sistema de abastecimento. Quando for constatado que o consumo de uma determinada região aumentou significativamente em um curto intervalo de tempo, é possível que haja vazamentos ou ligações clandestinas, que prejudicam o abastecimento. No Brasil, onde as perdas no sistema de distribuição de água, chegam a 60% em alguns casos, é uma ferramenta de controle muito importante.

10.3. Sistemas de Supervisão e Controle

A necessidade de otimização dos processos e melhoria da eficiência energética dos bombeamentos de água bruta e tratada tem levado as empresas de saneamento a buscar a automatização de algumas atividades. O sistema de supervisão e controle é parte fundamental de qualquer processo de automação. A função básica destes sistemas é fornecer uma interface amigável, na forma gráfica, com os operadores dos processos, permitindo a realização das seguintes atividades:

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

- a) Monitorar variáveis do processo em tempo real (ex: temperatura, pressão, corrente elétrica, tensão, nível, potência);
- b) Diagnosticar falhas;
- c) Corrigir parâmetros de processo;
- d) Enviar comandos ao sistema.

O sistema de supervisão e controle utiliza um software denominado “supervisório”, que faz a comunicação com os elementos de controle do sistema, os controladores lógicos programáveis (CLP’s).

Estes controladores são equipamentos eletrônicos que permitem, através de programação interna, o controle de processos industriais.

Componentes básicos de um sistema de supervisão e controle:



Figura 72: Componentes básicos de um sistema de supervisão e controle

11. SERVIÇOS DE INSTALAÇÃO, MONTAGEM E MANUTENÇÃO DOS PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS E UNIDADES ELETROMECANICAS DO SANEAMENTO

Neste capítulo final, serão abordados, de forma prática e usual, os procedimentos que devem ser adotados pelo Eletromecânico na execução de suas atividades, nos serviços de instalação, montagem e manutenção dos principais equipamentos e unidades eletromecânicas do saneamento e que foram abordadas, teoricamente, nos capítulos anteriores. Iniciaremos pelos principais equipamentos mecânicos e concluiremos com os procedimentos para equipamentos elétricos.

11.1 Bombas Centrífugas

Estes que são os principais equipamentos e os de maior quantidade que temos instalados nos sistemas de abastecimento de nossa cidade. Serão aqui tratados com base na sua capacidade de vazão. Consideraremos internamente, para fins de orientações sobre instalação e manutenção destas máquinas de fluxo, três níveis de grandeza que serão: bombas de grande porte, bombas de médio porte e bombas de pequeno porte. Apresentamos, a seguir, procedimentos básicos para instalação e manutenção de cada uma das bombas referidas acima, procedimentos estes que, na sua maioria, fazem parte das atividades do Eletromecânico. Lembrando que alguns procedimentos são similares e poderão aparecer repetidos.

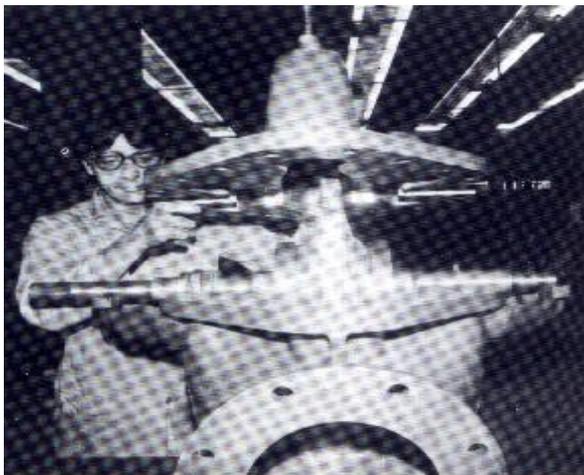


Figura 73: Bomba centrífuga bipartida

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

11.1.1. Bombas Centrífugas de Grande Porte

Serão assim consideradas bombas que recalquem vazões superiores a 100l/s ou 360m³/h; são, geralmente, bombas bipartidas com dupla aspiração conforme mostra a figura abaixo. No SAMAE são utilizadas para recalque de água bruta dos grandes sistemas, no caso Faxinal e Maestra.

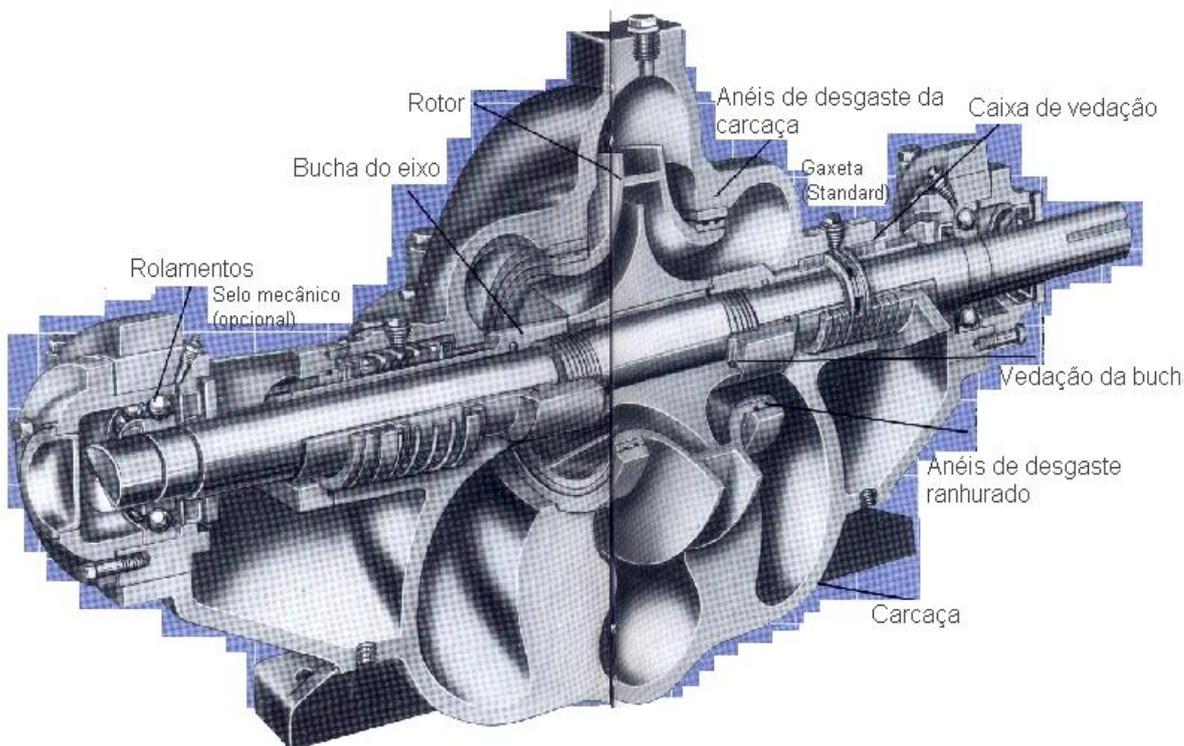


Figura 74: Corte de bomba bipartida

Abaixo estão elencados os principais itens relativos ao manuseio e operação destas bombas:

- a) inspeção do equipamento na entrega: a inspeção do equipamento deve ser feita no momento da sua recepção, de acordo com a nota fiscal e outras especificações existentes; deverão ser examinadas, cuidadosamente, as caixas e embalagens, podendo ocorrer de peças ou acessórios serem embalados individualmente ou fixados às caixas, para melhor proteção durante o transporte; qualquer irregularidade encontrada, como peças faltantes ou danificadas, deverá ser comunicada imediatamente para que

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

sejam adotadas as devidas providências.

- b) armazenamento por curto prazo: quando for necessário armazenar uma bomba, por curto prazo, até que possa ser instalada, deverá ser colocada em local seco e protegido contra umidade; não devem ser removidos os flanges de proteção dos bocais de sucção e descarga, colocados pela fábrica; os mancais e os acoplamentos devem ser protegidos contra a entrada de impurezas; confirmar que os anéis de gaxeta não estejam montados na bomba, devendo estes estar armazenados separadamente; os mancais devem ser lubrificados de acordo com as instruções, a fim de ficarem protegidos contra a oxidação; girar o eixo à mão, pelo menos uma vez por semana, para evitar a oxidação e a consequente aderência das superfícies móveis, bem como para distribuir o lubrificante.
- c) armazenamento por longo prazo: deve-se evitar o armazenamento das bombas por prazo superior a 30 dias, pois isto exigirá precauções especiais; deve-se verificar se as caixas de gaxetas estão realmente sem os anéis, os quais poderiam causar corrosão nas peças internas, devido à condensação da umidade do ar; se as luvas do eixo forem de aço inoxidável, o grafite das gaxetas, em presença da película de umidade condensada, pode provocar uma ação eletrolítica que resultará em corrosão das luvas; esta reação não ocorre nas condições normais de serviço; a simples remoção do engaxetamento não basta para eliminar completamente a condensação do interior da bomba; por este motivo, recomenda-se uma proteção adicional mediante lavagem interna com óleo lubrificante; para executar esta lavagem, feche a sucção e a descarga com flanges cegos; encha a bomba pelos furos da parte superior da carcaça até que o nível atinja a caixa de gaxetas; girar o eixo à mão, para que sejam molhadas todas as partes móveis; drenar o líquido pelos bujões inferiores; esta proteção perdura por um período de dois meses para óleo comum ou quatro meses para óleo especial não secativo; além disso, os mancais da bomba deverão ser lubrificados regularmente e o eixo girado, à mão, todas as semanas; não desmontar a bomba para aplicar o tratamento de proteção às partes internas; as luvas de acoplamento devem ser desmontadas, protegidas com um inibidor de ferrugem, embrulhadas e guardadas à parte, sem contato com outras peças metálicas; as partes

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

expostas dos eixos também devem ser protegidas com um inibidor de ferrugem.

- d) limpeza antes da instalação: o querosene é um bom solvente para remoção do antioxidante; deve-se ter o cuidado de remover todos os vestígios dos produtos utilizados para evitar a oxidação das faces dos flanges de sucção e descarga, dos eixos e dos acoplamentos; as bombas que foram submetidas ao tratamento preventivo de lavagem devem ser limpas com água limpa pelos menos duas vezes antes da instalação; nas bombas lubrificadas a óleo, este deve ser escoado e substituído por óleo novo, de acordo com as instruções.
- e) localização do equipamento: as bombas devem ser instaladas, tendo-se em vista a facilidade de acesso, para inspeção, durante o funcionamento e a simplificação do traçado das tubulações de sucção e descarga; em qualquer caso e especialmente quando a influência das perdas na tubulação de sucção constitui fator importante, as bombas devem ser instaladas próximo às fontes de suprimento de líquido; reduzir a um mínimo o uso de curvas, tês e outras causadoras de perdas de carga nas tubulações; a fim de evitar distorções e desalinhamento, todas as tubulações devem ser adequadamente suportadas; no caso de bombas de grandes dimensões, deve ser previsto, no local da instalação, um pé direito suficientemente alto para permitir o uso dos meios de levantamento necessários à instalação e à manutenção (pontes rolantes ou talhas).
- f) alinhamento: estas bombas e suas unidades acionadoras (motores) são, normalmente, montadas sobre base apropriada e são cuidadosamente alinhadas antes de saírem de fábrica; como as bases têm certa flexibilidade e podem sofrer deformações no transporte ou em consequência de apertos desiguais dos chumbadores, é necessário conferir o alinhamento no local da instalação, corrigindo-o, se necessário; qualquer que seja o tipo de acoplamento usado, um correto alinhamento é essencial para um funcionamento normal; o alinhamento deve ser verificado após a montagem das tubulações de sucção e descarga. a luva flexível de acoplamento tem por finalidade compensar as ligeiras deformações que podem ocorrer em serviço mas não as deficiências de alinhamento na montagem; o acoplamento flexível deve permanecer inteiramente desligado até a última verificação de

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

alinhamento; só deve ser montado e apertado, imediatamente antes de se colocar em funcionamento a unidade; para alinhar o equipamento, deve-se seguir as seguintes instruções:

- I. desconectar o acoplamento flexível, seguindo as instruções do fabricante;
- II. usar cunhas e calços de ajustagem sob a base na vizinhança dos chumbadores e nivelar as superfícies de assentamento da bomba e do motor, longitudinal e transversalmente; conferir as posições verticais e horizontais dos flanges de sucção e descarga; apertar os chumbadores da base e os parafusos de fixação da bomba e do motor;
- III. conferir a folga entre as duas partes do acoplamento em função do desenho dimensional; se necessário, deslocar o motor e não a bomba;
- IV. no caso de motores com mancais de rolamentos, de velocidades inferiores a 1.800 rpm e potência abaixo de 300HP, a folga entre as duas faces do acoplamento deverá ser verificada estando o induzido no centro magnético; para determinar o centro magnético, ligar o motor com o acoplamento solto e observar a posição assumida pelo induzido, ou tomar, simplesmente, o centro do curso axial livre do induzido; marcar o eixo e fixá-lo à carcaça na posição correspondente ao centro magnético, para evitar que se desloque durante as operações de alinhamento; deslocar o motor, como um todo, a fim de obter a folga entre as faces do acoplamento;
- V. os motores com mancais de bucha, geralmente de velocidades acima de 1.800 rpm e potências superiores a 300 HP, algumas vezes, são fabricados com uma folga axial do induzido de ½" e, nestes casos, a folga entre as duas partes do acoplamento deve ser determinada de outra maneira; emprega-se, então, um acoplamento denteado dotado de limitador de movimento axial, para evitar que o induzido se afaste do centro magnético; se tal motor parasse com seu induzido num extremo de seu curso livre, ao ser novamente ligado, o atrito lateral entre os dentes do acoplamento, decorrente do conjugado transmitido, impediria que o induzido se deslocasse para seu centro magnético e os mancais seriam afetados pelo excessivo esforço axial;
- VI. verificar o alinhamento da bomba e do motor quanto à angularidade e a

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

coaxialidade, empregando, para isso, um apalpador e um indicador micrométrico de mostrador; girando simultaneamente os eixos da bomba e do motor e conferindo a folga entre as faces das duas partes do acoplamento, sempre num mesmo ponto do acoplamento, com o apalpador, a cada $\frac{1}{4}$ de volta, não se deve encontrar diferenças superiores a 0,001" (0,025mm); fixando o indicador micrométrico à ponta do eixo da bomba e observando a excentricidade da parte do acoplamento fixada ao motor, deve-se obter leituras que não defiram de mais de 0,002" (0,05mm);

VII. parafusar firmemente o motor à base e confirmar o alinhamento;

VIII. encher de argamassa o espaço entre a base e a fundação.

g) tubulações de sucção e recalque (descarga):

I. Deformações Devidas às Tubulações: não se pode obter funcionamento satisfatório quando as tubulações exercem esforços excessivos sobre as bombas. Estas estão sujeitas a deformações ou deslocamentos em consequência do aperto dos parafusos de fixação das tubulações. Os flanges das tubulações devem ficar bem ajustados às bombas antes do aperto. As tubulações de sucção e recalque (descarga), bem como seus acessórios, devem ser convenientemente fixados próximo às bombas, mas independentemente delas, de modo que não se transmitam esforços às carcaças. As deformações devidas às tubulações costumam ser a causa dos desalinhamentos, aquecimento excessivo dos mancais, desgaste dos acoplamentos e vibrações.

II. Tubulações de Sucção: a experiência tem mostrado que projeto ou instalação das tubulações de sucção inadequados podem provocar deformações e causar mau funcionamento da bomba. A instalação de sucção merece todo o cuidado. A tubulação de sucção deve ser a mais curta possível. Sendo inevitável um longo comprimento, o diâmetro deve ser aumentado, a fim de se reduzir as perdas de carga tanto quanto possível. Em nenhuma hipótese, o diâmetro da tubulação de sucção deverá ser menor do bocal da bomba.

III. Tubulação de Recalque (Descarga): na tubulação de descarga deve-se instalar uma válvula de retenção ou válvula de gaveta, ou de ambas. A

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

válvula de retenção é usada com a finalidade de proteger a bomba contra uma eventual contrapressão excessiva ou contra uma inversão de rotação causada pelo retorno do líquido, no caso de interrupção do funcionamento do motor.

- h) **escorva:** deverá ser feita a escorva da bomba antes de ligá-la; escorvar uma bomba centrífuga significa remover o ar, gás ou vapor, da tubulação de sucção e da carcaça; algumas peças internas, que dependem do líquido bombeado para sua lubrificação, podem apresentar engripamentos se a bomba não for previamente cheia de líquido.
- i) **partida e funcionamento das bombas:** certificar-se de que as gaxetas estejam em suas caixas, conferindo o sentido de rotação do motor, com o acoplamento desligado; a seta existente na carcaça da bomba indica o sentido da rotação correto. Após, ligar novamente o acoplamento e verificar se os mancais foram lubrificados de acordo com as instruções; abrir as válvulas do circuito de refrigeração dos mancais, caso sejam refrigerados a água; após o início do funcionamento, as válvulas devem ser reguladas de modo que não se produza condensação de umidade externamente aos mancais; quando chega a ocorrer condensação externamente, há condições também para condensação no interior da caixa dos mancais, com o risco de corrosão dos mesmos; a faixa de temperatura ideal para o funcionamento dos mancais vai de 38° a 65°C, isto é, desde a sensação de morno ao tato, até a máxima temperatura suportável em contato prolongado com as mãos; girar o rotor à mão; se estiver preso, não ligar a bomba antes de localizar e corrigir a causa.
- j) **partida:** abrir as válvulas do circuito de selagem, caso existam; fazer a escorva da bomba (é importante não operar a bomba antes de escorvá-la); ligar o motor seguindo as instruções de seu fabricante; abrir a válvula de descarga lentamente, logo que a bomba atingir a velocidade de regime; durante o funcionamento normal, os mancais deverão ser examinados de vez em quando, a fim de se ter certeza de que estão devidamente lubrificados; ajustar as válvulas das linhas de alimentação do anel líquido de selagem (as sobrepostas devem ser ajustadas de modo a permitir um pequeno vazamento, com a bomba em serviço, a fim de evitar desgaste excessivo das buchas de eixo, por falta de lubrificação; cerca de 30 gotas por minuto são suficientes).

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

- k) parada das bombas: normalmente, existem uma válvula de retenção e uma válvula de gaveta na tubulação de recalque (descarga); a válvula de retenção deve ficar entre a bomba e a válvula de gaveta; nestes casos, a bomba pode ser parada desligando-se, simplesmente, o motor, conforme as indicações do fabricante; as válvulas devem ser fechadas na seguinte ordem: válvula de recalque, válvula de sucção, válvula do líquido de refrigeração e válvula do líquido de selagem; em algumas instalações não se pode usar válvulas de retenção devido ao golpe de aríete que provocaria o fechamento brusco da passagem de retorno sob altas pressões de descarga; em tais casos, fecha-se a válvula de recalque lentamente, antes de desligar o motor, a fim de evitar o golpe de aríete; as bombas se esvaziam parcialmente pelos engaxetamentos quando imobilizados por longos períodos de tempo; por esse motivo, é recomendável escorvar sempre a bomba antes de cada partida.
- l) lubrificação: são dois os métodos utilizados dependendo dos mancais da bomba:
- I. Mancais de Rolamentos Lubrificadas a Graxa: os mancais de rolamentos, lubrificadas a graxa, são abastecidos de lubrificante na fábrica e, normalmente, não exigem cuidados antes do funcionamento, desde que a bomba seja armazenada apenas por pouco tempo e em bocal limpo e seco. Deve-se observar o comportamento dos mancais durante as primeiras horas de trabalho, para se ter certeza de que funcionam corretamente. É importante que a lubrificação a graxa seja corretamente executada. Excesso ou falta de lubrificante são prejudiciais aos rolamentos. As características da instalação e severidade das condições de serviço determinam o intervalo mais conveniente para a lubrificação e o tipo de graxa a ser empregado. Para temperaturas de 0 a 65°C, recomenda-se as graxas à base de sabões de cálcio, resistentes à umidade. Se a temperatura ultrapassa 65°C são mais indicadas as graxas à base de sódio, de fibras curtas, ou as graxas de base mista. Não usar graxa grafitada. Os rolamentos nunca devem ter sua caixa inteiramente cheia de graxa, pois isto conduz a um aquecimento excessivo e redução da vida útil. Recomendado é encher apenas $\frac{1}{3}$ a $\frac{1}{2}$ de espaço interno. Uma elevação contínua ou súbita de temperatura constitui indício seguro

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

de mau funcionamento dos rolamentos. Nestes casos, suspender imediatamente o funcionamento da bomba e investigar as causas. É normal os rolamentos apresentarem certa elevação de temperatura após terem sido lubrificados. Se a temperatura não voltar ao normal após 4 a 8 horas de funcionamento, a causa provável é o excesso de graxa, devendo, o mesmo, ser removido. As graxas de qualidade inferior contêm ácidos que atacam as superfícies altamente polidas dos rolamentos, danificando-as. A preferência deverá ser às graxas que atendam às seguintes condições: (1) Não se separem em seus componentes, seja no repouso prolongado, seja sob aquecimento a temperaturas inferiores à de fusão da graxa; (2) Não formem goma, nem se tornem pegajosas; (3) Não endureçam, nem se decomponham; (4) Não corroam os rolamentos; (5) Sejam isentas de resinas, sais minerais, abrasivos, cálcio livre, etc.; (6) Não contenham óleo livre, não saponificado, em teor superior a meio por cento.

A frequência de substituição da graxa dos mancais depende da intensidade de utilização do equipamento. Se a bomba se constitui em uma unidade de reserva ou se é utilizada apenas por poucas horas cada mês, a substituição da graxa deve ser semestral. Em uma bomba que funciona pelo menos metade do tempo não há necessidade de substituir a graxa, se não uma vez por ano. Normalmente, nas bombas dotadas de copos graxeiros roscados, duas ou três voltas dos mesmos são suficientes para recompletar o lubrificante, quando necessário.

- II. Mancais Lubrificados a Óleo: o óleo usado para a lubrificação dos mancais deve ser um óleo mineral, bem refinado e de alta qualidade, que não se oxide nem forme gomosidade facilmente. Não devem ser usados óleos de origem vegetal ou animal, visto serem sujeitos a “rançar” e corroer as superfícies metálicas. Além disso, o óleo deve ser limpo e livre de quaisquer substâncias abrasivas. Usar apenas óleo mineral puro, de boa procedência, resistente ao emulsionamento e isento de tendências à formação de gomosidade e ácidos. Em condições normais de temperatura, as indicações do quadro abaixo, quanto à viscosidade, deverão ser seguidas:

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

Velocidade (RPM)	Viscosidade (SAE)
700 a 1.500	50
1.500 a 3.600	30
3.600 a 7.000	20

Quadro 4: RPM em relação à viscosidade

Os intervalos entre as trocas de óleo dependem das condições de operação. O intervalo pode ser maior quando os mancais trabalham sob temperaturas normais e não ocorrem contaminações. De um modo geral, o óleo deve ser substituído a intervalos de seis meses. Se a temperatura de um mancal se eleva demasiadamente, as causas prováveis são: lubrificação inadequada ou defeito do próprio mancal.

m) Manutenção

- I. Inspeções Periódicas: as bombas devem ser inspecionadas diariamente, como medida preventiva de maiores problemas. O operador das bombas deve comunicar qualquer anormalidade observada no funcionamento. Devem ser periodicamente verificados: o comportamento do engaxetamento e as temperaturas dos mancais. Uma elevação brusca de temperatura constitui indício de anormalidade; uma temperatura de funcionamento sempre elevada pode ser normal em certos casos. Também ruídos constituem sinais de alerta úteis.
- II. Inspeções Semestrais e Anuais: verificar se as sobrepostas se movimentam livremente. Limpar e lubrificar os prisioneiros das sobrepostas e suas porcas. Observar se as caixas de gaxetas apresentam vazamentos excessivos que não possam ser corrigidos com ajustagem das sobrepostas. Substituir os anéis de gaxetas, se necessário. Verificar, pelos registros de tempo de utilização se a ocasião é oportuna para uma limpeza ou lubrificação. Verificar, pela vazão e pela pressão de recalque, se há necessidade de substituir os anéis de desgaste.
- III. Revisão Geral: a frequência com que devem ser feitas as revisões gerais depende das horas de serviço efetivo, das condições de utilização da bomba e dos cuidados a ela dispensados, quando em serviço. Não

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

desmontar a bomba a não ser que seu rendimento tenha caído além do tolerável ou que haja evidência de avaria interna.

- n) técnica de desmontagem: ao desmontar a bomba, tomar todo o cuidado para não danificar as peças internas; a fim de facilitar a montagem, arrume as peças na ordem em que forem desmontadas; proteger as superfícies usinadas contra contato metálico e corrosão; não desmontar os mancais, a menos que isto seja absolutamente necessário; fechar as válvulas de sucção e de recalque, bem como as dos circuitos de refrigeração e de selagem líquida; escoar a água da carcaça; sendo necessário desmontar completamente a bomba proceder da seguinte maneira:
- I. retirar, da tampa da carcaça, os purgadores e as tubulações do circuito de selagem líquida, ligadas à fonte externa, porventura existentes;
 - II. escoar o óleo das caixas dos mancais e retirar os niveladores do óleo e seus niples, se houverem;
 - III. soltar as duas partes do acoplamento; os acoplamentos lubrificados a óleo devem ser previamente escoados;
 - IV. desparafusar as caixas dos rolamentos e retirar os pinos-guia; não tocar nos parafusos de regulagem;
 - V. soltar a tampa da carcaça com auxílio dos parafusos extratores; suspender a tampa pelas saliências destinadas a este fim; levante-a, verticalmente, tanto quanto possível;
 - VI. levantar o conjunto girante juntamente com as caixas dos mancais, com o máximo de cuidado; apoiar o eixo em blocos “V” colocados sobre uma superfície horizontal;
 - VII. retirar a metade do acoplamento fixado à bomba e sua chaveta;
 - VIII. desparafusar as tampas das caixas dos mancais; deslocar, juntamente com os defletores para junto das caixas de gaxetas;
 - IX. retirar as caixas dos mancais;
 - X. retirar os mancais;
 - XI. retirar a tampa das caixas dos mancais e os defletores;
 - XII. retirar as sobrepostas, as porcas das buchas de eixo, as gaxetas e os anéis de selagem bipartidos;
 - XIII. retirar as luvas do eixo e suas chavetas;

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

XIV. retirar os anéis de desgaste da carcaça;

XV. retire o rotor e sua chaveta.

Quando se leva a desmontagem até este ponto, deve-se proceder a um exame cuidadoso de todas as peças, especialmente no tocante às superfícies sujeitas a desgaste. Caso não se pretenda voltar a desmontar a bomba antes da próxima revisão geral, devem ser substituídas todas as peças que apresentem desgaste apreciável, mesmo que a bomba ainda apresente bom desempenho. Deve ser lembrado que é rápido o desgaste de peças novas montadas juntamente com outras peças sujas já parcialmente gastas.

o) técnica de montagem: a ordem a ser seguida na montagem é a inversa daquela correspondente à desmontagem, exceto ao que se segue:

I. montar o rotor no eixo; colocar as duas luvas do eixo; verificar se o rotor ficou bem centrado em relação ao eixo medindo os comprimentos roscados, que sobressaem de cada lado, sob as luvas do eixo, e que devem ser iguais; atarraxar, em seguida, as porcas das luvas do eixo até que se encostem às mesmas; apertar igualmente as duas porcas usando uma chave de pino;

II. em seguida, afrouxar cada porca $\frac{1}{8}$ de volta para aliviar as tensões axiais e imobilizar por meio dos parafusos de travamento;

III. montar as demais peças do conjunto girante, deixando apenas as gaxetas e os anéis de selagem bipartidos para serem instalados quando da montagem final do conjunto;

IV. instalar o conjunto girante na carcaça; verificar se gira livremente e se o rotor está corretamente centrado, em relação à voluta; os anéis de desgaste não devem se tocar; caso o rotor não esteja bem centrado na carcaça, afrouxar a porca da bucha de eixo do lado para o qual o rotor deve ser deslocado.

V. apertar a porca oposta firmemente para eliminar qualquer folga surgida em decorrência do movimento do rotor e, em seguida, afrouxe ambas as porcas $\frac{1}{8}$ de volta;

VI. apertar os parafusos de travamento e proceder ao restante da montagem em ordem inversa da usada na desmontagem.

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

- p) junta da carcaça: trocar a junta da carcaça toda vez que a mesma tiver que ser aberta; a junta da carcaça deve ser cortada de uma peça única de material, segundo o contorno da tampa da carcaça e colada na parte inferior com “veda junta” de secagem rápida; os recortes internos devem acompanhar rigorosamente os contornos internos da carcaça. não há necessidade de se colar a junta na tampa; observar a espessura e o tipo de papel de junta, conforme a junta velha; a espessura é particularmente importante.
- q) anéis de desgaste: para retirar os anéis de desgaste do rotor é necessário, primeiramente, remover os parafusos de fixação e, em seguida, forçá-los para fora por meio de cunhas ou outros meios adequados; esta operação deve ser feita com cuidado, a fim de não danificar o rotor; como a montagem dos anéis de desgaste do rotor é feita sob pressão, sempre há o perigo de se provocar deformações permanentes; é recomendável inspecionar o conjunto eixo-motor depois da montagem dos novos anéis, a fim de verificar se as faces de trabalho dos anéis giram sem excentricidade ou desalinhamentos; no caso das bombas sem anel de desgaste no rotor, este deve ser torneado até apresentar uma superfície regular na zona de vedação. a carcaça receberia, neste caso, um anel de desgaste de diâmetro adequado ao novo diâmetro do roto; tal anel seria usinado a partir de um semi-acabado, encomendado à fábrica; no caso dos anéis de desgaste cilíndricos, não se deve apertar demasiadamente os parafusos de fixação; como regra geral, recomenda-se substituir ou recondicionar os anéis de desgaste a partir do momento em que sua folga alcance o dobro da original. o rendimento que se exige da bomba, contudo, é o fator determinante e deve ser julgado pelo usuário; no caso das bombas com anéis de desgaste na carcaça e no rotor, pode-se efetuar o recondicionamento broqueando o anel de desgaste da carcaça para um diâmetro ligeiramente maior e instalando anéis de desgaste de sobremedida adequada, no rotor; a recuperação seguinte consistiria no torneamento dos anéis do rotor de um diâmetro ligeiramente inferior e a instalação de anéis de desgaste da carcaça com diâmetro adequado.
- r) luvas do eixo: sempre que desmontar uma bomba, examinar cuidadosamente seu eixo na região do rotor, por baixo das luvas e no encaixe dos rolamentos; o eixo pode ser danificado por corrosão devido ao vazamento ao longo do eixo

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

sob o rotor ou sob a luva; verificar se o rasgo de chaveta do eixo apresenta distorções; o aquecimento excessivo ou a corrosão podem soltar o rotor do eixo, impondo esforços anormais às chavetas e seus rasgos; substituir os eixos que se apresentem empenados ou torcidos; as luvas do eixo, sujeitas a desgastes, deverão ser substituídas se este for muito pronunciado, a ponto de não permitir mais uma adequada vedação por parte do engaxetamento; luvas do eixo arranhadas ou apresentando trechos desgastados danificam os anéis de gaxeta novos logo que são instalados.

- s) rolamentos: os rolamentos são prensados nos eixos, o que torna necessário o uso de um extrator para removê-los; as garras devem puxar o rolamento pelo seu anel interno, a fim de que o esforço necessário à desmontagem não seja transmitido pelas esferas; sempre que as demais peças montadas sobre o eixo o permitir, os rolamentos podem ser extraídos com o auxílio de um anel ou luva e uma prensa de coluna.
- t) engaxetamento: usar anéis de gaxeta de amianto grafitado trançado, de boa qualidade; ao substituir o engaxetamento, proceder da seguinte maneira:
- I. afrouxar a sobreposta;
 - II. retirar os anéis de gaxeta antigos com um extrator adequado e limpar a caixa de gaxeta;
 - III. certificar-se de que os novos anéis de gaxeta são do tipo e da dimensão corretos; medir a caixa de gaxetas a fim de determinar o comprimento exato das gaxetas, que devem ser cortadas na medida exata para formar um anel perfeito; usar a própria luva como gabarito;
 - IV. inserir um anel de cada vez, empurrando-o tanto quanto possível para o fundo da caixa; montar cada anel com sua emenda deslocada de 90° a 180° em relação à emenda do anterior;
 - V. após montar um número adequado de anéis, instalar o anel de selagem bipartido; é importante verificar se ele ficou localizado diretamente abaixo da conexão do circuito de selagem líquida e se a colocação dos anéis seguintes irá afetar esta localização;
 - VI. adicionar os anéis restantes; montar a sobreposta e apertar as porcas à mão; em seguida, afrouxe as porcas até soltar a sobreposta; ao apertar a sobreposta, as porcas devem ser atarraxadas uniformemente de modo

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

que a sobreposta não seja enviesada; desse modo, os anéis de gaxeta recebem aperto uniforme;

- VII. o engaxetamento deve ser amaciado; recomenda-se dar partida à bomba com a sobreposta bastante frouxa; após 10 ou 15 minutos de funcionamento, apertar gradualmente a sobreposta até que o vazamento fique reduzido a um gotejamento regular; o aperto excessivo da sobreposta causa atrito anormal, gerando calor capaz de “vidrar” as gaxetas e escoriar as luvas do eixo; para um bom funcionamento, as gaxetas devem permanecer macias e flexíveis.
- u) localização de defeitos: os defeitos mais típicos que podem ocorrer em uma bomba, bem como suas causas, estão relacionados a seguir:
- I. A bomba não fornece líquido: a bomba não foi escorvada; a velocidade é insuficiente; a altura da descarga é superior àquela para qual a bomba foi selecionada; a altura da sucção é excessiva (se negativa); as passagens do rotor estão obstruídas; o sentido de rotação está trocado.
 - II. A vazão da bomba é insuficiente: há a entrada de ar na tubulação de sucção; a velocidade é insuficiente; a altura de descarga é superior à especificada; a altura de sucção é excessiva; as passagens do rotor estão parcialmente obstruídas; há defeitos mecânicos como: rotor danificado, anéis de desgaste desgastados; a válvula de pé (quando houver) é muito pequena ou está obstruída; a válvula de pé ou ponta da tubulação de sucção não estão suficientemente imersos.
 - III. A pressão da descarga é insuficiente: a velocidade é insuficiente; o líquido encerra ar ou gases; há defeitos mecânicos tais como: rotor danificado e anéis de desgaste desgastados.
 - IV. A bomba perde escorva após a partida: a tubulação de sucção possui entradas de ar; a altura da sucção é excessiva; o líquido encerra ar ou gases.
 - V. A bomba sobrecarrega seu motor: a velocidade é excessiva; líquido bombeado, peso específico ou viscosidade diferente do considerado na seleção da bomba; as sobrepostas estão excessivamente apertadas, determinando atrito excessivo no engaxetamento.
 - VI. A bomba vibra: a bomba está desalinhada em relação ao motor; a

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

fundação não é suficientemente rígida; o rotor está parcialmente obstruído, causando desequilíbrio; há defeitos mecânicos tais como: eixo empenado; conjunto girante prendendo; mancais gastos; rotor desbalanceado; existe ar ou vapor no líquido.

- v) peças sobressalentes: o número mínimo de peças sobressalentes a ser mantido em estoque, no local onde estão instaladas as bombas ou a mão na oficina eletromecânica, depende da severidade das condições de serviço, do vulto dos trabalhos que podem ser executados no próprio local e do número de bombas instaladas. No mínimo, deve-se ter disponíveis as seguintes peças sobressalentes: um jogo de rolamentos; um jogo de luvas de eixo com os respectivos anéis elásticos de vedação; um jogo de anéis de desgaste; material suficiente para juntas e gaxetas; um nivelador de óleo.

11.1.2 . Bombas Centrífugas de Médio Porte

Serão assim consideradas bombas que recalquem vazões inferiores a 100l/s ou 360m³/h e superiores a 10l/s ou 36m³/h. São, geralmente, bombas horizontais de corpo único e simples aspiração (um só lado aspira), conforme mostra a figura 75. No SAMAE, são utilizadas para recalque de água bruta nos pequenos sistemas, como Ana Rech e Samuara. Mas são largamente empregadas nos sistemas ou subsistemas de água tratada, sendo, geralmente, associadas às adutoras e subadutoras de água tratada. Desta modalidade, temos algumas dezenas em funcionamento.

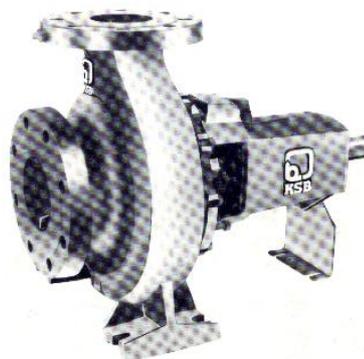
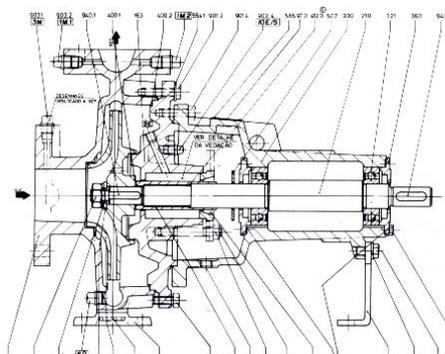


Figura 75: Bombas centrífugas de médio porte

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

- a) procedimentos para o transporte: o transporte do conjunto motor-bomba ou só da bomba deve ser feito com perícia e bom senso, dentro das normas de segurança; no olhal de içamento do motor deve ser levantado somente por este, nunca pelo conjunto motor-bomba.

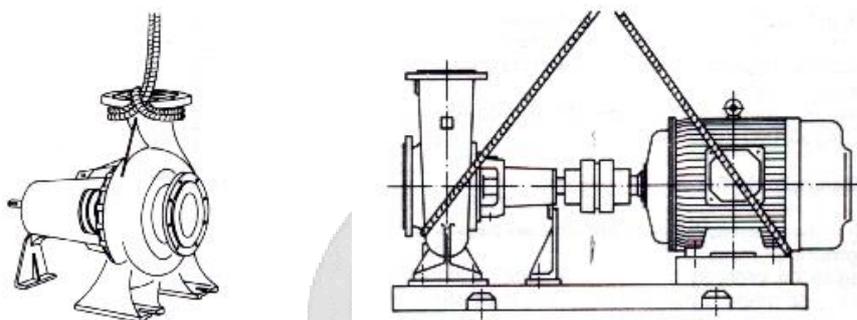


Figura 76: Içamento para transporte

- b) procedimentos para conservação e armazenamento: bombas estocadas por períodos superiores a 1 ano deverão, a cada 12 meses, ser reconservadas; devem ser desmontadas, limpas e reaplicado o processo de conservação; rolamentos com lubrificação à graxa recebem carga de graxa prevista para a operação e não precisam de conservação; para bombas montadas com gaxeta, as mesmas deverão ser retiradas do equipamento antes deste ser armazenado; selos mecânicos deverão ser limpos com ar seco; não deverão ser aplicados líquidos ou outros materiais de conservação, a fim de não danificar as vedações secundárias (o-rings e juntas planas); todas as conexões existentes, tais como: tomadas para líquidos de fonte externa, escorva, dreno, deverão ser devidamente tampadas; os flanges de sucção e de recalque das bombas são devidamente tampados com isopor ou papelão, a fim de evitar a entrada de corpos estranhos no seu interior; bombas montadas aguardando entrada em operação ou instalação deverão ter seu conjunto girante, girado manualmente a cada 15 dias; em caso de dificuldade usar grifo ou chave-cano, protegendo a superfície do eixo no local de colocação da chave; antes dos líquidos de conservação serem aplicados nas

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

respectivas áreas, as mesmas devem ser lavadas com querosene, até ficarem limpas.

- c) instalação: as bombas devem ser perfeitamente instaladas, niveladas e alinhadas; quando esse serviço é executado incorretamente traz, como consequências, transtornos na operação, desgastes prematuros e danos irreparáveis.
- d) alinhamento do acoplamento: do perfeito alinhamento entre a bomba e o motor dependerá a vida útil do conjunto girante e o funcionamento de equipamento livre de vibrações anormais; o alinhamento executado pelo fornecedor, no caso da compra do conjunto deve ser refeito, pois durante o transporte e manuseio o conjunto motor-bomba é sujeito a distorções que afetam o alinhamento inicial executado; este deve ser executado com o auxílio de relógio comparador para controle do deslocamento radial e axial; os procedimentos para a execução desta atividade já foram descritos no item “alinhamento” em bombas de grande porte.
- e) recomendações para tubulações de sucção e de recalque: seguem as mesmas recomendações das já descritas em bombas de grande porte.
- f) operação: os tópicos que seguem resumem as providências necessárias para a primeira partida:
 - I. fixação da bomba e do seu motor firmemente na base;
 - II. fixação da tubulação de sucção e de recalque;
 - III. conexão e colocação em funcionamento das tubulações e conexões auxiliares (quando houver);
 - IV. execução das ligações elétricas, certificando-se de que todos os sistemas de proteção do motor encontram-se devidamente ajustados e funcionando;
 - V. verificação do sentido de rotação do motor, com a bomba desacoplada para evitar operação “à seco” da bomba;
 - VI. certificar-se manualmente de que o conjunto girante roda livremente;
 - VII. certificar-se de que o alinhamento do acoplamento foi bem executado;
 - VIII. montar o protetor de acoplamento (quando houver);
 - IX. fazer o escorvamento da bomba;
 - X. certificar-se de que as porcas do aperta gaxetas (sobreposta) estão

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

apenas encostadas;

- XI. abrir totalmente o registro de sucção (quando houver) e fechar o de recalque;
- g) supervisão durante a operação: tendo sido efetuado a partida e estando a bomba em funcionamento, observar o que segue abaixo:
- I. ajustar a bomba para o ponto de operação (pressão e vazão), abrindo-se lentamente o registro de recalque, logo após o motor ter atingido sua rotação nominal;
 - II. controlar a corrente (amperagem) do motor elétrico;
 - III. certificar-se de que a bomba opera livre de vibrações e ruídos anormais;
 - IV. controlar a temperatura do mancal; a mesma poderá atingir no máximo 50°C acima da temperatura ambiente;
 - V. ajustar o engaxetamento, apertando-se as porcas do aperta gaxeta (sobreposta) cerca de $\frac{1}{6}$ de volta; como todo engaxetamento recém executado requer período de acomodação, o mesmo deve ser observado nas primeiras 3 a 5 horas de funcionamento e, em caso de vazamento excessivo, apertar as porcas do aperta gaxeta (sobreposta) cerca de $\frac{1}{6}$ de volta; durante o funcionamento todo engaxetamento deve gotejar; tendo as gaxetas atingido o estágio de acomodação, bastará um controle ocasional.
- h) parada da bomba: deverão ser seguidos os procedimentos abaixo descritos:
- I. fechar lentamente o registro de recalque;
 - II. desligar o motor e observar a parada gradativa e suave do conjunto;
 - III. fechar o registro de sucção;
 - IV. fechar as tubulações auxiliares (quando houver e desde que não haja contra-indicação do fabricante do selo mecânico).
- i) manutenção:
- I. mancais: a finalidade de manutenção, neste caso, é prolongar o máximo, a vida útil do sistema de mancais; abrange a observação do estado geral em que se encontram os mancais, limpeza, lubrificação e exame minucioso dos rolamentos; os rolamentos devem ser lubrificado para evitar contato metálico entre os corpos rolantes e também proteger os mesmos contra corrosão e desgaste; ao se atingir o intervalo de

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

lubrificação deve-se parar a bomba, afastar as tampas dos mancais e aplicar a graxa correta e na quantidade indicada; tanto uma lubrificação deficiente quanto uma lubrificação excessiva, trazem efeitos prejudiciais; no máximo, a cada 2 anos os mancais devem ser lavados e todo o lubrificante substituído.

II. vedação do eixo: se o engaxetamento já foi apertado na profundidade equivalente a, aproximadamente, um anel de gaxeta e mesmo assim apresentar vazamento excessivo, o mesmo deverá receber manutenção, procedendo conforme abaixo:

- parar a bomba;
- soltar a porca do aperta gaxeta e extrair o mesmo; para extrair o aperta gaxeta, que é bipartido para estas bombas, basta empurrá-lo na direção da tampa do mancal e, em seguida, puxar metade do aperta gaxeta para a direita e a outra metade para a esquerda;
- extrair, com o auxílio de uma haste flexível todos os anéis de gaxeta e o anel cadeado;
- limpar a câmara;
- verificar a superfície da luva protetora; caso apresente rugosidade ou sulcos que prejudicarão a gaxeta, a luva deve ser trocada;
- cortar novos anéis de gaxeta de preferência com extremidades oblíquas;
- untar o diâmetro interno de cada anel de gaxeta com graxa;
- untar os diâmetros externos do anel cadeado, da bucha de fundo e do anel de fundo;
- proceder à montagem na sequencia inversa da desmontagem, introduzindo cada peça no interior da câmara com o auxílio do aperta gaxeta; os anéis de gaxeta deverão ser montados com o corte defasados cerca de 90° um em relação ao outro;
- após a montagem de todas as peças na câmara, deverá sobrar ainda cerca de 3mm para guia do aperta gaxeta.

j) áreas de desgaste: quando a bomba apresentar desgaste entre o corpo espiral e o diâmetro externo do cubo de entrada do rotor e, ou, entre a tampa de pressão e o diâmetro interno do anel traseiro do rotor, e, estando estas

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

peças em boas condições, é possível adaptar-se anéis de desgaste, através de procedimento específico a ser desenvolvido em banca de usinagem.

k) instruções de desmontagem e montagem das bombas horizontais:

I. Sequência de Desmontagem de Bombas com Gaxeta:

- os números indicados entre parênteses, logo após o nome de cada peça, refere-se a lista de peças e ao desenho em vista explodida da bomba, que é apresentado abaixo;
- fechar os registros de sucção (quando houver) e o de recalque; drenar a bomba retirando-se o bujão;
- fechar o registro e desconectar as tubulações auxiliares (quando houver); retirar o protetor de acoplamento (quando houver);
- se a luva de acoplamento for com espaçador, retirá-lo;
- se for sem espaçador, desconectar a luva afastando-se o motor; extrair a luva de acoplamento do eixo da bomba através do uso de um sacador, soltando-se antes o parafuso Allen de fixação da luva; soltar os parafusos que fixam o pé de apoio (nº183 da figura 77) à base.
- soltar os parafusos (nº 901.2 da figura 77);
- apertar uniformemente os parafusos extratores (nº 901.3 da figura 77) e todo o conjunto será extraído para fora; tampas de pressão que são fixadas por prisioneiros entre o suporte de mancal e corpo espiral, não possuem parafusos extratores;
- recuar os parafusos extratores (nº901.3 da figura 77) para sua posições originais de tal maneira a não atrapalhar a montagem posteriormente;
- calçar com madeira o conjunto na região em balanço; travar o eixo através de um dispositivo colocado na região da chaveta da luva de acoplamento (nº940.2 da figura 77); soltar a porca do rotor (nº922 da figura 77), o anel de segurança (nº932 da figura 77) e a arruela (nº554.2 da figura 77);
- extrair o rotor (nº230 da figura 77), a chaveta (nº940.1 da figura 77) e a junta (nº400.1 da figura 77); soltar os parafusos (nº901.4 da figura 77), quando houver; soltar as porcas (nº920 da figura 77) e extrair o aperta gaxeta (nº452 da figura 77); extrair a tampa de pressão (nº163 da figura 77) e a junta plana (nº400.2 da figura 77); extrair a luva

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

protetora do eixo (n°524 da figura 77); se a luva do eixo for de AISI 316, extrair o o'ring (n°412.3 da figura 77); extrair o anel centrifugador (n°507 da figura 77) e a chaveta (n°940.2 da figura 77); soltar o parafuso (n°901.6 da figura 77) e liberar o pé de apoio (n°183 da figura 77). Soltar os parafusos (n°901.5 da figura 77) e extrair as tampas do mancal (n°360 da figura 77), juntamente com as juntas planas (n°400.3 da figura 77);

- com um pedaço de chumbo bater na ponta do eixo (n°230 da figura 77) lado sucção, fazendo com que as pistas externas do rolamentos (321) corram dentro do suporte do mancal (n°330 da figura 77) até a completa extração; extrair as peças do interior da câmara de vedação tais como: anéis de gaxeta (n°461 da figura 77), anel cadeado (n°458 da figura 77), anel de fundo (n°456 da figura 77) ou bucha de fundo (n°457 da figura 77); após, todo o conjunto estará disponível para análise e manutenção.

II. Sequência de Montagem de Bomba com Gaxeta:

- antes da montagem no eixo os rolamentos são aquecidos no forno ou em banho de óleo até uma temperatura máxima de 100°C durante 30 minutos;
- montar os rolamentos (n°321 da figura 77) no eixo, com as blindagens viradas para a parte interna do suporte; com um pedaço de chumbo montar o eixo no suporte, a partir do lado sucção, fazendo com que a pista externa do rolamento deslize dentro do suporte até que se tenha medidas iguais nos dois lados do suporte para encaixe das tampas do mancal (n°360 da figura 77); montá-las juntamente com as juntas planas (n°400.3 da figura 77); fixar os parafusos (n°901.5 da figura 77); encaixar o pé de apoio (n°183 da figura 77) e fixar o parafuso (n°901.6 da figura 77) junto com a arruela (n°554.3 da figura 77);
- calçar com madeira o suporte de mancal (n°330 da figura 77) na parte em balanço; introduzir o anel centrifugador no eixo, porém, sem encostá-lo na tampa do mancal;
- montar os parafusos prisioneiros (n°902 da figura 77) na tampa de pressão; fazer a montagem do engaxetamento na câmara de vedação;

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

montar o aperta gaxeta (n°452 da figura 77), encostando a porca (n°920 da figura 77); montar a luva protetora (n°524 da figura 77) no eixo, untando com graxa molykote, pasta G, seu diâmetro interno; na luva do eixo AISI 316, montar o o'ring (n°412.3 da figura 77); guiar a junta plana (n°400.2 da figura 77) na tampa de pressão; encaixar a tampa de pressão (n°163 da figura 77) no suporte do mancal (n°330 da figura 77) e fixá-la com os parafusos (n°901.4 da figura 77) (aperto cruzado e uniforme); quando houver, montar a junta plana (n°400.1 da figura 77); a chaveta (n°940.1 da figura 77), o rotor (n°230 da figura 77), (untar o diâmetro interno com graxa molykote, pasta G), a arruela (n°554.2 da figura 77); o anel de segurança (n°932 da figura 77) e a porca do rotor (n°922 da figura 77);

- montar a chaveta do lado acionamento (n°940.2 da figura 77), travar o eixo com dispositivo e apertar a porca do rotor; introduzir todo o conjunto no corpo espiral (n°102 da figura 77), guiando-se a montagem através do diâmetro de encaixe da tampa de pressão; montar os parafusos (n°901.2 da figura 77) juntamente com as arruelas (n°554.1 da figura 77), apertando-os cruzado e uniforme; certificar-se manualmente de que o conjunto girante roda livre.

Serviço Autônomo Municipal
de Água e Esgoto

Caxias do Sul

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

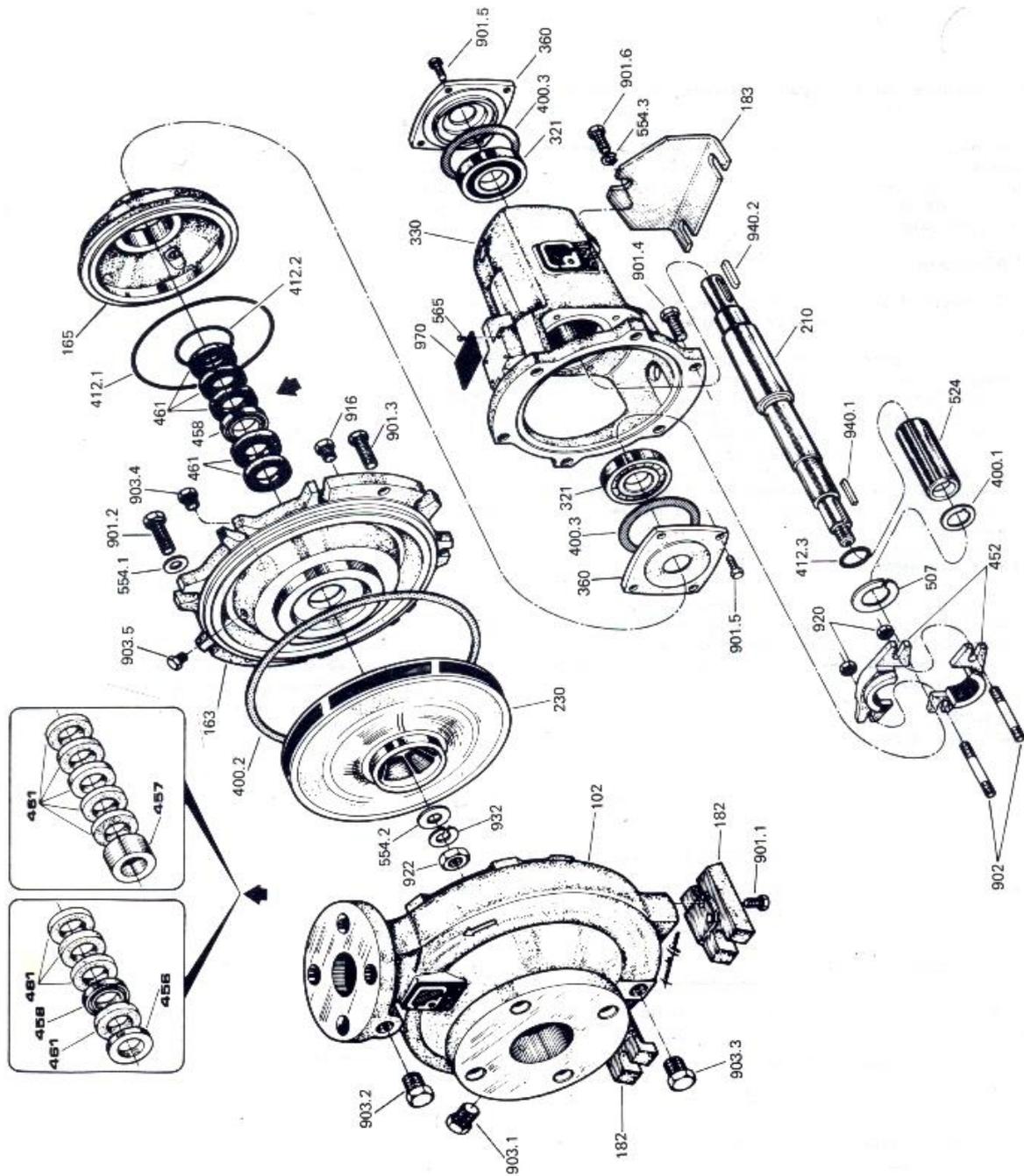


Figura 77: Bomba horizontal desmontada

- l) localização de defeitos: os defeitos mais típicos que podem ocorrer em bombas deste modelo, bem como suas causas, estão relacionados a seguir:

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

Defeitos	Causas Prováveis
Vazão insuficiente	<ul style="list-style-type: none">▪ A bomba está recalcando com uma pressão excessivamente alta: regular a bomba para o ponto de serviço.▪ Altura total da instalação (contrapressão), maior que a altura nominal da bomba: instalar um rotor com diâmetro maior; aumentar a rotação (se for turbina ou motor à combustão); se a bomba foi mal dimensionada, trocá-la.▪ Bomba e ou tubulação de sucção não estão totalmente cheias do líquido a bombear ou estão vedadas: encher a bomba e a tubulação de sucção com o líquido a bombear e/ou fazer a vedação de ambas.▪ Tubulação de sucção e/ou rotor entupidos: remover as obstruções da tubulação e/ou do rotor.▪ Formação de bolsas de ar na tubulação: alterar o layout da tubulação; se necessário instalar válvula ventosa.▪ Pressão disponível na sucção muito abaixo do requerido pela bomba: verificar e se necessário corrigir o nível do líquido bombeado; instalar a bomba de um nível mais baixo em relação ao reservatório de sucção; abrir completamente o registro da tubulação de sucção, caso este opere semi fechado; alterar a tubulação de sucção visando menor perda de carga, se houver perdas de carga excessiva.▪ Entrada de ar na câmara de vedação: desentupir o canal que fornece líquido para lubrificação/selagem da câmara de vedação; se necessário, instalar líquido de fonte externa; aumentar a pressão do líquido de lubrificação/selagem da câmara de vedação; fazer manutenção na gaxeta.▪ Sentido de rotação incorreto: inverter uma das fases do cabo do motor.▪ Rotação baixa: aumentar a rotação.▪ Desgaste das peças internas da bomba: trocar as peças desgastadas.

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ O motor está funcionando somente com 2 fases: trocar o fusível defeituoso; verificar as conexões elétricas.
Sobrecarga do motor	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Altura total da instalação (contrapressão), inferior a especificada na ocasião da seleção da bomba: ajustar a bomba para o ponto de trabalho; em caso de continuação da sobrecarga, rebaixar o rotor. ▪ Densidade ou viscosidade do líquido bombeado é maior que a especificada na ocasião da seleção. ▪ O aperta gaxeta está apertado erradamente: corrigi-lo. ▪ Rotação muito alta: reduzi-la. ▪ O motor está funcionando somente com 2 fases: trocar o fusível defeituoso; verificar as conexões elétricas.
Pressão final da bomba excessivamente alta	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rotação muito alta: reduzi-la.
Super aquecimento dos mancais	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grupo motor-bomba está desalinhado: alinhar o conjunto. ▪ As peças da bomba estão fora do batimento radial e axial especificado. Tubulações de sucção e recalque exercem tensões mecânicas: acertar os batimentos radiais e axiais das peças ou trocá-las; eliminar as tensões existentes fixando adequadamente as tubulações ou, se necessário, instalar juntas de compensação. ▪ Empuxo axial excessivo: desentupir os furos de alívio existentes no cubo do rotor; fazer manutenção nas áreas de desgaste (rotor X corpo e rotor X tampa de pressão). ▪ Excesso, falta ou uso da graxa não apropriada: reduzir, completar ou usar a graxa adequada. ▪ A folga na luva de acoplamento não está sendo obedecida: usar a folga correta. ▪ Rolamentos defeituosos: trocá-los. ▪ Atrito entre as partes rotativas e estacionárias: controlar, ajustar

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

	ou trocas as peças.
Vazamento na bomba	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A junta plana entre o corpo espiral e a tampa de pressão está com defeito: trocá-la.
Vazamento excessivo na vedação do eixo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A vedação do eixo está ineficiente (desgastada): trocar a vedação; verificar se a pressão do líquido de lubrificação/selagem da câmara não está excessivamente alta. ▪ Estrias, sulcos ou rugosidade excessivas na luva protetora do eixo. Junta plana entre o rotor e luva com defeito. O'ring da luva (quando houver) cortado: trocar luva protetora, junta ou o'ring. ▪ O grupo motor-bomba está desalinhado: alinhar o conjunto. ▪ Defeito na alimentação do líquido de selagem da câmara de vedação: diminuir a pressão do líquido de selagem.
Funcionamento irregular da bomba apresenta ruídos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bomba e ou tubulação de sucção não estão totalmente cheias do líquido a bombear ou estão vedadas: encher a bomba e a tubulação de sucção com o líquido a bombear e/ou fazer a vedação de ambas. ▪ Pressão disponível na sucção muito abaixo do requerido pela bomba: verificar e, se necessário, corrigir o nível do líquido bombeado; instalar a bomba de um nível mais baixo em relação ao reservatório de sucção; abrir completamente o registro da tubulação de sucção, caso este opere semi fechado; alterar a tubulação de sucção visando a menor perda de carga, se houver perdas de carga excessiva. ▪ Desgaste das peças internas da bomba: trocar as peças desgastadas. ▪ Rotação muito alta: reduzi-la. ▪ Bomba apresenta excesso de barulho durante o funcionamento: corrigir as condições de sucção; aumentar a pressão na boca de sucção da bomba. ▪ O grupo motor-bomba está desalinhado: alinhar o conjunto. ▪ As peças da bomba estão fora do batimento radial e axial especificado. Tubulações de sucção e recalque exercem

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

	<p>tensões mecânicas: acertar os batimentos radiais e axiais das peças ou trocá-las; eliminar as tensões existentes fixando adequadamente as tubulações ou se necessário instalar juntas de compensação.</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Excesso, falta ou uso da graxa não apropriada: reduzir, completar ou usar a graxa adequada.▪ Rotor está desbalanceado: limpar, rebarbar e balancear o rotor.▪ Rolamentos defeituosos: trocá-los.▪ Vazão insuficiente: aumentar a vazão mínima.
Aquecimento excessivo do corpo da bomba	<ul style="list-style-type: none">▪ Bomba e ou tubulação de sucção não estão totalmente cheias do líquido a bombear ou vedadas: encher a bomba e a tubulação de sucção com o líquido a bombear e/ou fazer a vedação de ambas.▪ Pressão disponível na sucção muito abaixo do requerido pela bomba: verificar e se necessário corrigir o nível do líquido bombeado; instalar a bomba de um nível mais baixo em relação, ao reservatório de sucção; abrir completamente o registro da tubulação de sucção, caso este opere semi fechado; alterar a tubulação de sucção visando menor perda de carga, se houver perdas de carga excessiva.▪ Vazão insuficiente: aumentar a vazão mínima.

Quadro 5: Defeitos e causas possíveis

11.1.3. Bombas Centrífugas de Pequeno Porte

Serão assim consideradas bombas que recalquem vazões inferiores a 10l/s ou 36m³/h. São, geralmente, bombas monobloco onde a bomba é montada diretamente no eixo do motor. São de aspiração (um só lado aspira), conforme mostra figura abaixo. No SAMAE, são largamente empregadas nos pequenos subsistemas de água tratada, para atender pontos altos, sendo, geralmente, associadas às redes distribuidoras, como boosters na própria linha, ou a pequenos reservatórios de distribuição. Desta modalidade, também temos algumas dezenas em funcionamento na cidade.

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

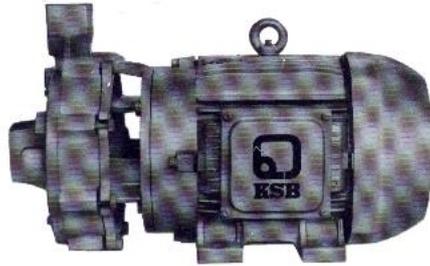


Figura 78: Bomba centrífuga de pequeno porte

As bombas centrífugas monobloco são de construção simples, robusta e de pouca manutenção. O seu armazenamento deve levar em conta a proteção contra danos físicos, umidade, poeira e ambientes agressivos.

As principais partes são corpo espiral, rotor, peça junção/tampa de pressão, selo mecânico, luva protetora do eixo e motor elétrico.

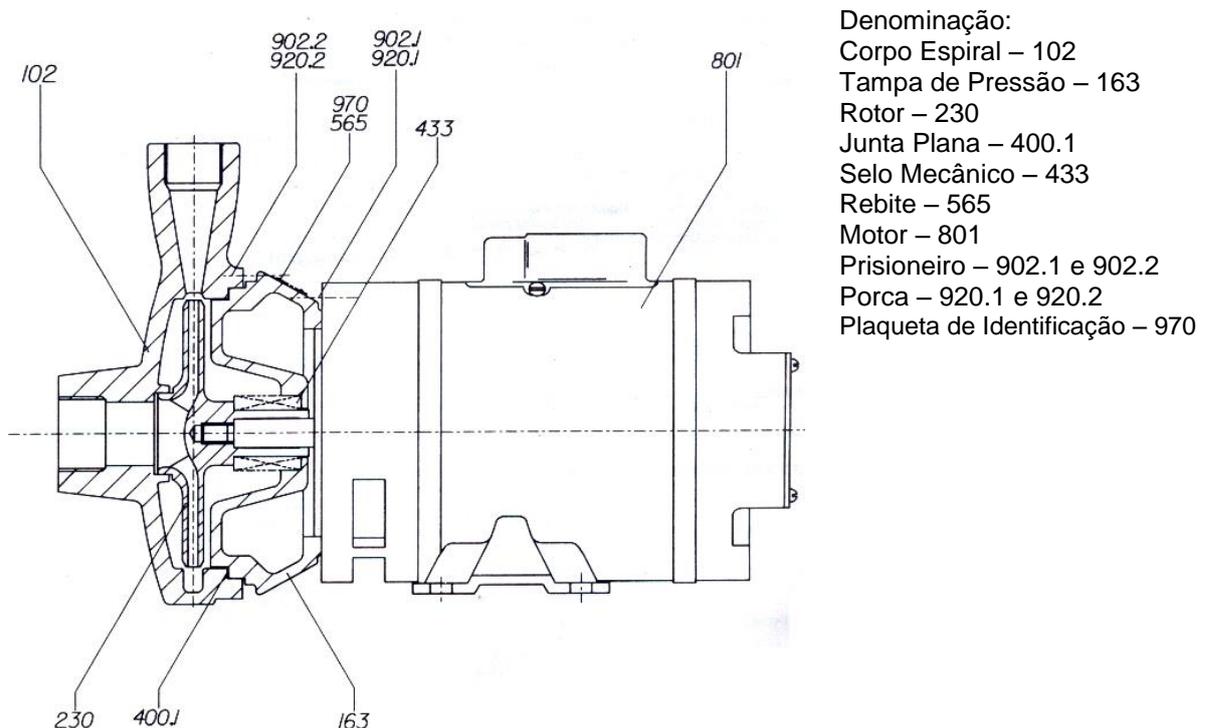


Figura 79: Bomba centrífuga monobloco

- a) Recomendações para as tubulações: A perfeita operação da bomba depende em muito das dimensões e da correta disposição das tubulações a serem utilizadas; como nos casos anteriores as tubulações de sucção e recalque

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

devem ser suportadas por meio adequados, assim se evitará esforços mecânicos sobre os bocais da bomba; evitar apoiar as tubulações nos bocais da bomba; devemos ainda levar em consideração o que segue:

- I. Para Tubulação de Sucção: deverá ser dimensionada atendendo aos seguintes critérios: diâmetro nunca inferior ao bocal de sucção; velocidade do líquido, máxima de 2 m/s; instalar a tubulação mais reta e curta possível; em caso de sucção negativa, instalar a tubulação em aclave em direção à bomba; procurar minimizar as perdas de pressão na tubulação de sucção e nos respectivos acessórios (válvulas de gaveta, válvulas de pé, curvas, reduções, crivo); evitar na disposição da tubulação de sucção, principalmente se for sucção negativa, a formação de bolsões de ar causados por sifão, reduções concêntricas.
- II. Para Tubulação de Recalque: a tubulação de recalque deve ser dimensionada considerando os seguintes critérios: velocidade recomendada, máxima de 5 m/s; instalar após o bocal de recalque uma válvula de retenção; evitar a formação de bolsões de ar na tubulação. Caso isto não seja possível, devem ser previstos nos pontos mais altos da tubulação meios para facilitar a saída do ar.

Serviço Autônomo Municipal
de Água e Esgoto

Caxias do Sul

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

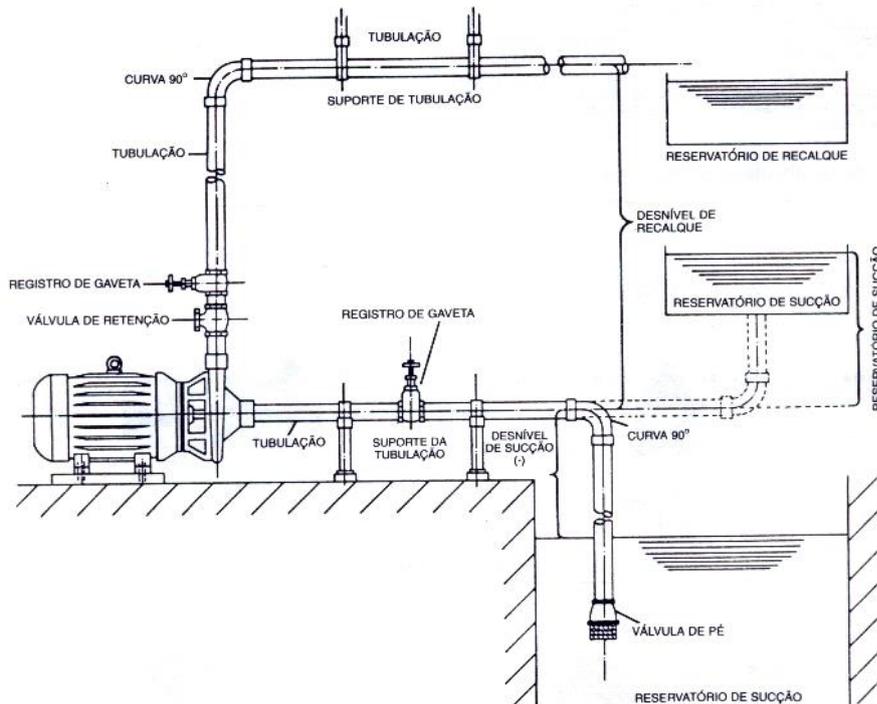


Figura 80: Sistema de bomba com tubulações

- b) instalação: uma montagem mal executada terá como consequência perturbações no funcionamento, ocasionando vibrações e desgastes nas partes internas; preferencialmente deverá ser montada em uma fundação de concreto ou sobre uma base metálica de superfície plana na área de fixação. a fixação dar-se-á através de 4 parafusos nos pés do motor elétrico; para bombas com sucção e descarga flangeadas, o corpo da bomba estará provido de pés, a fixação à base, contudo, deverá ser feita através dos 4 parafusos nos pés do motor elétrico; antes de colocar a bomba no local de instalação, girar o seu eixo e verificar se esse está girando livremente; após a fixação e instalação das tubulações de sucção e de recalque no lugar, verificar novamente se o eixo continua girando, certificando que as tubulações não estejam transmitindo esforços aos bocais da bomba.

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

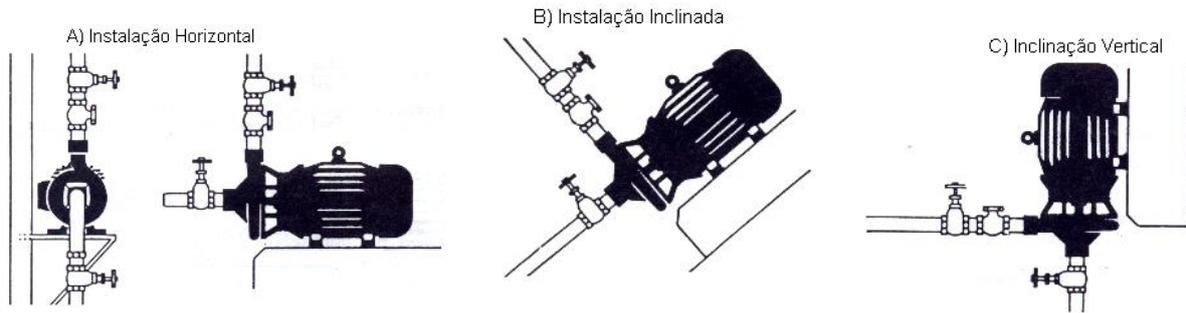


Figura 81: Tipos de instalação

c) partida inicial: para colocar em funcionamento são necessários alguns procedimentos preliminares:

I. Escorva: antes de dar início ao funcionamento é necessário que a tubulação de sucção e a bomba estejam completamente cheias de líquido. Esta operação é conhecida com escorva e pode ser conseguida por um dos seguintes métodos:

- se o nível do líquido no reservatório de sucção estiver acima da boca de sucção da bomba, basta apenas abrir as válvulas da sucção e recalque, e deixar o líquido fluir por gravidade até o preenchimento da bomba ser completado;
- quando o nível do reservatório de sucção estiver na cota da boca de sucção ou abaixo da tubulação de sucção, equipada com uma válvula de pé, a bomba e a tubulação devem ser escorvadas através de um dos seguintes métodos: (a) retirar o bujão e instalar em seu lugar um funil de escorva (com válvula). Após a abertura da válvula de sucção, coloque o líquido a ser bombeado pelo funil de escorva até o enchimento da tubulação. Quando a operação for completada, feche-se a válvula do funil; (b) quando houver disponibilidade de uma fonte externa do líquido bombeado, deve ser adaptada uma tubulação de conexão permanente com uma válvula, bem como ser previsto em seguida à boca de recalque e antes de qualquer válvula, um respiro que permita a saída do ar quando da escorva. A escorva é realizada abrindo-se a válvula da fonte externa e deixando o líquido fluir até jorrar pelo respiro. Uma vez feita a escorva, feche o respiro e também

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

a válvula da fonte externa.

- outros métodos de escorva poderão ser utilizados dependendo da disponibilidade do local da instalação. A maioria destes métodos baseia-se na criação de uma diferença de pressão entre a tubulação de sucção, a bomba e a tubulação de recalque, sendo principalmente utilizado quando não existir uma válvula de pé.

II. Preparação para Partida: abrir totalmente a válvula da sucção; fechar a válvula de saída; escorvar a bomba e a tubulação de sucção.

III. Início de Operação: depois de tomadas as precauções acima, ligar o motor por alguns instantes e desligá-lo, observando se o sentido de rotação é idêntico ao indicado no corpo espiral da bomba. Uma vez controlado o sentido de rotação, ligar o motor e deixar que este atinja a sua plena rotação. Após o que, abra vagarosamente a válvula de saída do recalque. A bomba não pode operar com a válvula de saída do recalque fechada por mais alguns minutos. A bomba nunca deve operar a seco. No início de funcionamento o selo mecânico da bomba pode vazar um pouco. Tal vazamento deve cessar após a acomodação das faces. A marcha da bomba deve ser suave.

d) parada: para a parada da bomba deve ser seguido o seguinte procedimento:
(a) fechar a válvula do recalque; (b) desligar o motor elétrico.

e) localização de defeitos: os defeitos mais típicos que podem ocorrer em bombas deste modelo, bem como suas causas, estão relacionados a seguir:

- I. A bomba não bombeia ou a vazão bombeada é insuficiente: a bomba não foi bem escorvada ou a escorvada não foi bem realizada; a instalação exige condições de sucção superior a aquela que a bomba possui; o desnível de sucção é excessivo; bolsões de ar na tubulação de sucção; está ocorrendo entrada de ar na tubulação de sucção; a válvula de sucção está fechada ou parcialmente aberta; a válvula de pé é muito pequena ou está entupida; a tubulação de sucção não está suficientemente imersa; rotação em sentido inverso; altura manométrica é superior àquela informada quando da seleção; corpos estranhos no rotor; desgaste excessivo das peças internas; viscosidade do líquido é divergente da informada quando da seleção; a densidade do líquido é divergente da

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

informada quando da seleção; rotor avariado ou desgastado.

- II. A bomba deixa de bombear após a partida: a bomba não foi bem escorvada ou a escorvada não foi bem realizada; a instalação exige condições de sucção superior àquela que a bomba possui; o desnível de sucção é excessivo; bolsões de ar na tubulação de sucção; está ocorrendo entrada de ar na tubulação de sucção; a válvula de sucção está fechada ou parcialmente aberta; a válvula de pé é muito pequena ou está entupida; a tubulação de sucção não está suficientemente imersa.
- III. Pressão de recalque insuficiente: a bomba não foi bem escorvada ou a escorvada não foi bem realizada; a instalação exige condições de sucção superior àquela que a bomba possui; o desnível de sucção é excessivo; bolsões de ar na tubulação de sucção; está ocorrendo entrada de ar na tubulação de sucção; a válvula de pé é muito pequena ou está entupida; rotação em sentido inverso; altura manométrica é superior a aquela informada quando da seleção; corpos estranhos no rotor; desgaste excessivo das peças internas; viscosidade do líquido é divergente da informada quando da seleção; a densidade do líquido é divergente da informada quando da seleção; rotor avariado ou desgastado.
- IV. Sobrecarga do motor elétrico: corpos estranhos no rotor; motor elétrico funcionando em duas fases altura manométrica é superior a aquela informada quando da seleção; viscosidade do líquido é divergente da informada quando da seleção; a densidade do líquido é divergente da informada quando da seleção; atrito das partes rotativas com partes estacionárias; rolamentos avariados ou desgastados.
- V. Vazamento do selo mecânico: desgaste excessivo das peças internas; eixo empenado; atrito das partes rotativas com partes estacionárias; montagem incorreta do selo mecânico; luva protetora do eixo desgastada; desalinhamento interno das peças impedindo a acomodação da sede estacionária com a sede rotativa do selo mecânico; selo mecânico trabalhou a seco.
- VI. Durabilidade do selo mecânico reduzida: a bomba não foi escorvada ou a escorva não foi bem realizada; eixo empenado; atrito das partes rotativas com partes estacionárias; montagem incorreta do selo mecânico;

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

rolamentos avariados ou empenados; desalinhamento devido a esforços ou dilatação das tubulações; montagem incorreta do selo mecânico
Presença de elementos estranhos no líquido bombeado; luva protetora do eixo desgastada; desalinhamento interno das peças impedindo a acomodação da sede estacionária com a sede rotativa do selo mecânico; selo mecânico trabalhou a seco.

VII. Vibrações/ruídos: a bomba não foi escorvada ou a escorva não foi bem realizada; a instalação exige condições de sucção superior àquela que a bomba possui; bolsões de ar na tubulação da sucção; corpos estranhos no rotor; desgaste excessivo das peças internas; rotor avariado ou desgastado; eixo empenado; atrito das partes rotativas com partes estacionárias; rolamentos avariados ou desgastados; desalinhamento devido a esforços ou dilatação das tubulações; funcionamento com vazões reduzidas; a fixação do conjunto não é suficientemente rígida; deficiência de lubrificação nos rolamentos; impurezas nos rolamentos ou no lubrificante; oxidação dos rolamentos devido à entrada de água.

VIII. Superaquecimento: a bomba não foi escorvada ou a escorva não foi bem realizada; a instalação exige condições de sucção superior àquela que a bomba possui; desnível de sucção é excessivo; a altura manométrica é superior àquela informada quando da seleção; motor elétrico funcionando em 2 fases; eixo empenado; atrito das partes rotativas com as estacionárias; rolamentos avariados ou desgastados; funcionamento com vazões reduzidas; excesso de graxa nos rolamentos; oxidação dos rolamentos devido a entrada de água.

11.2. Motores Elétricos

A matéria que será apresentada é a recomendada para a maioria dos procedimentos adotados com os motores utilizados no saneamento. Para motores maiores, fabricados sob projeto, procedimentos específicos podem ser incorporados.

11.2.1. Instalação

Máquinas elétricas devem ser instaladas em locais de fácil acesso para

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

inspeção e manutenção. A atmosfera ambiente sendo úmida, corrosiva ou contiver substância ou partículas deflagráveis é importante assegurar o correto grau de proteção. A instalação de motores onde existam vapores, gases ou poeiras inflamáveis ou combustíveis, oferecendo possibilidade de fogo ou explosão, deve ser feita de acordo com as Normas ABNT/IEC 7914, NBR 5418, VDE 0165, NEC – Art. 500, UL-674.

Em nenhuma circunstância os motores poderão ser cobertos por caixas ou outras coberturas que possam impedir ou diminuir o sistema de ventilação e/ou a livre circulação do ar durante seu funcionamento.

A distância recomendada entre a entrada de ar do motor (para motores com ventilação externa) e a parede, deve ficar em torno de $\frac{1}{4}$ do diâmetro da abertura da entrada de ar.

O ambiente, no local de instalação, deverá ter condições de renovação do ar da ordem de 20m^3 por minuto para cada 100KW de potência da máquina, considerando temperatura ambiente de até 40°C e altitude de até 100 metros.

11.2.2. Aspectos Mecânicos

- a) Fundações: a fundação onde será colocado o motor deverá ser plana e isenta de vibrações. Recomenda-se, portanto, uma fundação de concreto para motores acima de 100 CV. O tipo de fundação dependerá da natureza do solo no local da montagem, ou da resistência dos pisos em edifícios. No dimensionamento da fundação do motor, deverá ser considerado o fato de que o motor pode, ocasionalmente, ser submetido a um torque maior que o torque nominal.
- b) Base: entende-se por base o local onde se assenta e se fixa o motor. Os tipos de base mais empregados nos motores envolvidos com o saneamento são:
 - I. Por Chumbadores: dispositivos para a fixação de motores diretamente na fundação quando os mesmos requerem acoplamento elástico. Este tipo de acoplamento é caracterizado pela ausência de esforços sobre os

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

rolamentos e de custos reduzidos. Os chumbadores não devem ser pintados nem estar enferrujados, pois isto seria prejudicial à aderência do concreto e provocaria o afrouxamento dos mesmos.

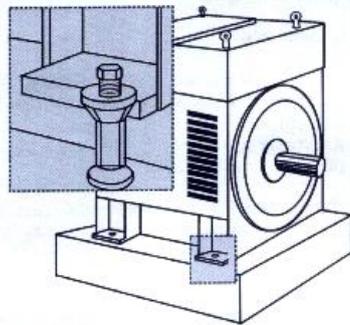


Figura 82: Base por chumbadores

- II. Base Metálica: alguns conjuntos motobomba podem ser montados sobre uma base metálica, sob medida, devidamente acoplados (motor e bomba), testados em fábrica, e fornecidos prontos para a instalação. Contudo, antes de entrar em serviço no local definitivo, o alinhamento dos acoplamentos deve ser cuidadosamente verificado, pois a configuração da base pode ter se alterado durante o transporte em decorrência de tensões internas do material. A base pode se deformar ao ser rigidamente fixada a uma fundação não adequadamente plana. Os equipamentos (motor e bomba) não devem ser removidos da base comum para alinhamento; a base deve ser nivelada na própria fundação, usando níveis de bolha (ou outros instrumentos niveladores). Quando uma base metálica é utilizada para ajustar a altura da ponta do eixo do motor com a ponta de eixo da bomba, esta deve ser nivelada na base de concreto. Após a base ter sido nivelada, os chumbadores apertados e os acoplamentos verificados, a base metálica e os chumbadores são concretados.
- c) Alinhamento: a máquina elétrica deve estar perfeitamente alinhada com a máquina acionada (bomba), especialmente nos casos de acoplamento direto; um alinhamento incorreto pode causar defeito nos rolamentos, vibração e, até mesmo, ruptura do eixo; a melhor forma de conseguir um alinhamento correto é usar relógios comparadores, colocados um em cada semi-luva, um apontando radialmente e outro axialmente; assim é possível verificar

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

simultaneamente o desvio de paralelismo e o desvio de concentricidade ao dar-se uma volta completa nos eixos; os mostradores não devem ultrapassar a leitura de 0,03mm.

d) Acoplamento: entende-se por acoplamento a interação entre dois sistemas (motor elétrico – bomba), mediante o que se transfere energia de um para o outro; o tipo de acoplamento mais utilizado no campo do saneamento é o acoplamento direto, a saber:

I. Acoplamento Direto: aquele em que a transmissão é feita através da conexão do eixo do motor ao eixo da bomba utilizando-se uma luva de acoplamento. Deve-se, sempre, preferir o acoplamento direto, devido ao menor custo, reduzido espaço ocupado, ausência de deslizamento (correias) e maior segurança contra acidentes. No caso de transmissão com redução de velocidade, é usual também o acoplamento direto através de redutores. O cuidado a ser observado é de alinhar cuidadosamente as pontas de eixos, usando luva acoplamento flexível, sempre que possível, deixando folga mínima de 3mm entre os acoplamentos.



Figura 83: Acoplamento direto

e) Vibração: entende-se por vibração, movimentos de trepidação com ou sem a produção de ruídos (zunidos) indesejáveis ao bom funcionamento das máquinas; a vibração de uma máquina elétrica está intimamente relacionada com sua montagem e por isso é geralmente desejável efetuar as medições de vibração nas condições reais de instalação e funcionamento; contudo, para permitir a avaliação do balanceamento e da vibração de máquinas elétricas girantes, é necessário efetuar tais medições, com a máquina desacoplada.

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

- f) Chaveta: para o balanceamento e medição da severidade de vibração de máquinas com o rasgo de chaveta na ponta de eixo, este rasgo deve ser preenchido com meia chaveta, recortada de maneira a preenchê-lo até a linha divisória entre o eixo e o elemento a ser acoplado. Uma chaveta retangular de comprimento idêntico ao da chaveta utilizada na máquina em funcionamento normal (que deve ser centrada no rasgo de chaveta a ser utilizado) são aceitáveis como práticas alternativas.

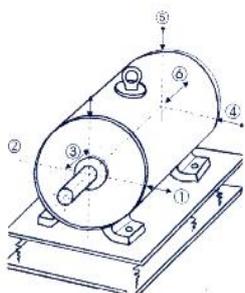


Figura 84: Chaveta

- g) Pontos de Medição: as medições da severidade de vibração devem ser efetuadas sobre os mancais, na profundidade do eixo, em três direções perpendiculares, com a máquina funcionando na posição que ocupa sob condições normais (com eixo horizontal ou vertical). A localização dos pontos de medição e as direções a que se referem os níveis de severidade de vibração estão indicadas na figura ao lado.
- h) Balanceamento: entende-se por balanceamento o processo que procura melhorar a distribuição de massa de um corpo, de modo que este gire em seus mancais sem forças de desbalanceamento; esta definição, conforme NBR 8008, também define os níveis de balanceamento em: normal (N); reduzido (R); especial (S). As bombas centrífugas, principal máquina relacionada com o saneamento, são classificadas no nível “normal (N)”.

11.2.3. Aspectos Elétricos

É de grande importância observar a correta alimentação de energia elétrica para o perfeito desempenho do motor. A seleção dos condutores, sejam os dos circuitos terminais sejam os de distribuição, deve ser baseada na corrente nominal

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

dos motores, e seguir norma específica, no caso a NBR 5410. Leva-se em conta, também, a distância do centro de distribuição ao motor e o tipo de instalação (se aérea ou por eletroduto).



Figura 85: Visualização do aspecto interno do protetor térmico

A proteção térmica dos motores é fator determinante para o bom desempenho dos mesmos e para o aumento de sua vida útil. Sua utilização deve ser prevista de acordo com o tamanho do motor e o tipo de carga, assegurando trabalho contínuo ao equipamento acionado. O protetor térmico consiste, basicamente, em um disco bimetálico que possui dois contatos móveis, uma resistência e um par de contatos fixos. Ele é ligado em série com a alimentação do motor e, quando houver um excessivo aquecimento, ocorre uma deformação do disco, tal que os contatos se abrem e a alimentação do motor é interrompida.

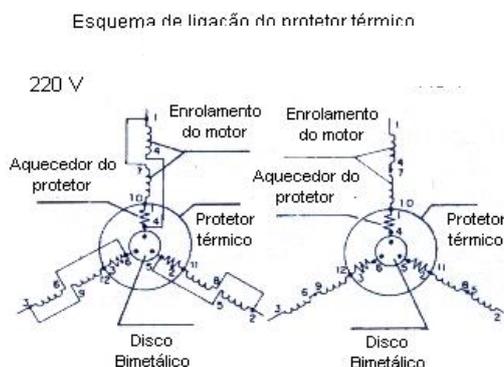


Figura 86: Esquema de ligação do protetor térmico para motores trifásicos

11.2.4. Manutenção

Todos os profissionais que realizam serviços em equipamentos elétricos, seja na instalação, operação ou na manutenção, deverão ser permanentemente informados e atualizados sobre as normas e prescrições de segurança, que regem o

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

serviço, e aconselhados a segui-las. Cabe ao responsável certificar-se, antes do início do trabalho, de que tudo foi devidamente observado, e alertar seu pessoal para os perigos inerentes à tarefa proposta. Recomenda-se que este trabalho seja efetuado por pessoal qualificado. Como medida de segurança, os equipamentos para combate a incêndios e avisos sobre primeiros socorros não deverão faltar no local de trabalho, devendo estar sempre em locais bem visíveis e de fácil acesso.

A manutenção dos motores elétricos, adequadamente aplicados, resume-se numa inspeção periódica quanto a níveis de isolamento, elevação de temperatura, desgastes excessivos, correta lubrificação dos rolamentos e eventuais exames no ventilador, para verificar o correto fluxo de ar. A frequência com que devem ser feitas as inspeções depende do tipo de motor e das condições do local de aplicação do motor.

a) limpeza: os motores devem ser mantidos limpos, isentos de poeira, detritos e óleos; para limpá-los, deve utilizar escovas ou panos limpos de algodão; se a poeira não for abrasiva, deve-se utilizar o jateamento de ar comprimido, soprando a poeira da tampa defletora e eliminando toda acumulação de pó contida nas pás do ventilador e aletas de refrigeração; em motores com proteção, recomenda-se uma limpeza na caixa de ligação; esta deve apresentar os bornes limpos, sem oxidação, em perfeitas condições mecânicas e sem depósitos de pó nos espaços vazios.

b) lubrificação: a lubrificação é utilizada para prolongar ao máximo a vida útil dos mancais de rolamento; os rolamentos devem ser lubrificados para evitar o contato metálico entre os corpos rolantes e também para proteger os mesmos contra a corrosão e o desgaste; os motores elétricos são, normalmente, equipados com rolamentos lubrificados a graxa. a quantidade de graxa correta é, sem dúvida, um aspecto importante para uma boa lubrificação. a lubrificação deve ser feita regularmente, conforme instrução fornecida pelo fabricante, ou se o motor possuir placa adicional com instruções, estas deverão ser seguidas; para uma lubrificação inicial eficiente em um rolamento, é preciso observar o manual de instruções do motor ou pela tabela de lubrificação; na ausência destas informações, o rolamento deve ser preenchido com graxa até a metade de seu espaço vazio (somente espaço vazio entre os corpos girantes); na

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROME CÂNICO

execução destas operações, recomenda-se o máximo de cuidado e limpeza, com o objetivo de evitar qualquer penetração de sujeira que possa causar danos no rolamento; é importante que seja feita uma lubrificação correta, isto é, aplicar a graxa corretamente e em quantidade adequada, pois uma lubrificação deficiente, tanto quanto uma lubrificação excessiva, traz efeitos prejudiciais; a lubrificação em excesso acarreta elevação de temperatura, devido à grande resistência que oferece ao movimento das partes rotativas e acaba por perder completamente suas características de lubrificação; isto pode provocar vazamento, penetrando a graxa no interior do motor e depositando-se sobre as bobinas, ou outras partes do motor; para a lubrificação dos rolamentos em máquinas elétricas, vem sendo empregado, de modo generalizado, graxa a base de lítio, por apresentar estabilidade mecânica e insolubilidade em água; a graxa nunca deve ser misturada com outras que tenham base diferente.

Graxas para utilização em motores normais:

Tipo	Fabricante	Temperatura (° C)
Unirex N2	Esso	-30 a 165
Alvânia R3	Shell	-35 a 135

Quadro 6: Tipos de graxas

Graxas para utilização em motores especiais:

Tipo	Temperatura (°C)
Staburags N12MF	-35 a 150
Centoplex 2 dl	-55 a 80
Molykote TTF 52	-52 a 100
Mobiltemp	-54 a 177
Dow Corning 44	-40 a 200
Isoflex NBU 15	-30 a 130
Staburags NBU 12	-35 a 150
Unisilkon 50/2	-50 a 200
BG 20	-45 a 180

Quadro 7: Tipos de graxas para motores especiais

- c) instruções para lubrificação dos mancais dos motores: injeta-se aproximadamente metade da quantidade total estimada da graxa e coloca-se

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

o motor a girar durante, aproximadamente, 1 minuto a plena rotação; em seguida, desliga-se o motor e coloca-se o restante da graxa; a injeção de toda a graxa com o motor parado pode levar a penetração de parte do lubrificante no interior do motor; é importante manter as graxadeiras limpas antes da introdução da graxa, a fim de evitar a entrada de materiais estranhos no rolamento; para lubrificação, usar, exclusivamente, pistola engraxadeira manual; as etapas de lubrificação de rolamentos são as seguintes:

- I. limpar com pano de algodão as proximidades do orifício da graxeira;
 - II. com o motor em funcionamento, adicionar a graxa por meio de uma pistola engraxadeira até ter sido introduzida a quantidade de graxa necessária;
 - III. deixar o motor funcionando durante o tempo suficiente para que se escoe todo o excesso de graxa.
- d) instruções para substituição de rolamentos: inicialmente, a fim de evitar danos aos núcleos, será necessário, após a retirada da tampa do mancal, calçar o entreferro, entre o rotor e o estator, com cartolina de espessura correspondente; a desmontagem dos rolamentos não é difícil, desde que sejam usadas ferramentas adequadas (extrator de rolamentos).

As garras do extrator deverão ser aplicadas sobre a face lateral do anel interno a ser desmontado ou sobre uma peça adjacente. É essencial que a montagem dos rolamentos seja efetuada em condições de rigorosa limpeza e por pessoal qualificado, para assegurar um bom funcionamento e evitar danificações. Rolamentos novos somente deverão ser retirados da embalagem no momento de serem montados. Antes da colocação do rolamento novo, se faz necessário verificar se o encaixe no eixo não apresenta sinais de rebarba ou sinais de pancadas. Os rolamentos não podem receber golpes diretos durante a montagem. O apoio para prensar ou bater o rolamento deve ser aplicado sobre o anel interno. Após a limpeza, proteger as peças, aplicando uma fina camada de vaselina ou óleo nas partes usinadas, a fim de evitar a oxidação. Tomar cuidado quanto às batidas e/ou amassamento dos encaixes das tampas e da carcaça e na retirada da caixa de ligação, evitando quebras ou rachaduras na carcaça.

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

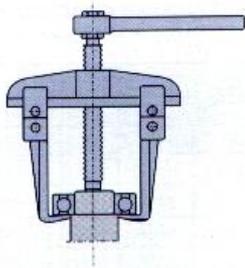


Figura 87: Extrator de rolamentos

- e) outros procedimentos na manutenção do motor:
- I. Proteger as roscas da carcaça colocando parafusos apropriados e os encaixes de apoio da caixa de ligação, cobrindo com esmalte antiaderente;
 - II. o esmalte de proteção das partes usinadas deve ser retirado logo após a cura do verniz de impregnação; esta operação deve ser feita com a mão, sem uso de ferramentas cortantes;
 - III. antes da montagem deverá ser feita a inspeção de todas as peças, visando a detecção de problemas como trincas nas peças, partes encaixadas com incrustações, roscas danificadas; montar fazendo uso de martelo de borracha e bucha de bronze, certificando-se de que as partes encaixam entre si perfeitamente; os parafusos devem ser montados com as respectivas arruelas de pressão sendo apertadas uniformemente;
 - IV. para testar, deverá girar o eixo com a mão, observando problemas de arraste nas tampas e anéis de fixação.

11.2.5. Falhas em Motores Elétricos

Para um diagnóstico rápido de um problema com o motor, apresentaremos na tabela abaixo, relações possíveis entre defeito e causa:

Defeito	Possíveis Causas
Motor Não Consegue Partir	<ul style="list-style-type: none">- Graxa em demasia- Excessivo esforço axial ou radial da correia- Eixo torto- Conexão errada- Numeração dos cabos trocada- Carga excessiva- Platinado aberto

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitor danificado - Bobina auxiliar interrompida
Baixo Torque de Partida	<ul style="list-style-type: none"> - Ligação interna errada - Rotor falhado ou descentralizado - Tensão abaixo do normal - Frequência abaixo ou acima da nominal - Capacitância abaixo da especificada - Capacitores ligados em série ao invés de paralelo
Conjugado Máximo Baixo	<ul style="list-style-type: none"> - Rotor falhado ou descentralizado - Rotor com inclinação de barras acima do especificado - Tensão abaixo da nominal - Capacitor permanentemente abaixo do especificado
Corrente Alta a Vazio	<ul style="list-style-type: none"> - Entreferro acima do especificado - Tensão acima do especificado - Frequência abaixo do especificado - Ligação interna errada - Rotor descentralizado ou arrastando - Rolamento com defeito - Tampas com muita pressão ou mal encaixadas - Chapas magnéticas sem tratamento - Capacitor permanente fora do especificado - Platinado/centrífugo não abrem
Corrente Alta em Carga	<ul style="list-style-type: none"> - Tensão fora da nominal - Sobrecarga - Frequência fora da nominal - Correias muito esticadas - Rotor arrastando no estator
Resistência de Isolamento Baixa	<ul style="list-style-type: none"> - Isolantes de ranhura danificados - Cabinhos cortados - Cabeça de bobina encostando-se à carcaça - Presença de umidade ou agentes químicos - Presença de pó sobre o bobinado
Aquecimento dos Mancais	<ul style="list-style-type: none"> - Excessivo esforço axial ou radial da correia - Eixo torto - Tampas frouxas ou descentralizadas - Falta ou excesso de graxa - Matéria estranha na graxa
Sobreaquecimento do Motor	<ul style="list-style-type: none"> - Ventilação obstruída - Ventilador menor - Tensão ou frequência fora do especificado - Rotor arrastando ou falhado - Estator sem impregnação - Sobrecarga - Rolamento com defeito - Partidas consecutivas - Entreferro abaixo do especificado - Capacitor permanente inadequado - Ligações erradas
Alto Nível de Ruído	<ul style="list-style-type: none"> - Desbalanceamento - Eixo torto - Alinhamento incorreto - Rotor fora de centro - Ligações erradas - Corpos estranhos no entreferro - Objetos presos entre o ventilador e a tampa defletora - Rolamentos gastos - Combinação de ranhuras inadequadas - Aerodinâmica inadequada

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

Vibração Excessiva	<ul style="list-style-type: none">- Rotor fora de centro, falhado, arrastando ou desbalanceado- Desbalanceamento na tensão da rede- Rolamentos desalinhados, gastos ou sem graxa- Ligações erradas- Mancais com folga- Eixo torto- Folga nas chapas do estator- Uso de grupos fracionários em bobinagem de motor monofásico de capacitor permanente
--------------------	--

Quadro 8: Falhas em motores elétricos

11.3. Chaves de Partida

A seguir serão apresentados os procedimentos que devem ser implementados para a instalação e manutenção de Chaves de Partida, equipamento essencial no funcionamento dos motores elétricos.

- a) transporte: os painéis devem ser erguidos pelos olhais de suspensão. Porém, no caso de pequenos painéis, os olhais já não são necessários. Portanto, em ambos os casos, é importante que se obedeça sempre as indicações fora da embalagem para colocá-los na posição correta (setas). O levantamento ou depósito deve ser suave, sem choques, sob pena de danificar os componentes internos. Após o transporte, é necessário reapertar todas as conexões.
- b) armazenagem e longas paradas de chaves: quando as chaves não forem imediatamente instaladas, devem ser armazenadas em local seco, isento de poeira e gases corrosivos. o painel (chave) deve ser armazenado em posição vertical; os painéis podem sofrer redução da resistência de isolamento quando armazenados em ambientes úmidos (principalmente em transformadores de comando e autotransformadores); para prevenção destes problemas, podem-se instalar, no interior dos painéis, calefatores (resistências desumificadoras) com ou sem termostato, evitando-se, assim, que ocorra a condensação e o conseqüente aparecimento de umidade; após a armazenagem ou longas paradas devem-se tomar as seguintes providências: (a) limpar os componentes de eventuais poeiras e resíduos; (b) secar o painel; o processo de secagem deve continuar até que sucessivas medições da resistência de isolamento indiquem que esta atingiu um valor constante acima do valor indicado; (c) é extremamente importante impor uma boa ventilação no interior

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

- do painel durante a operação de secagem seja efetivamente removida; (d) o calor para desumidificação pode ser obtido de fontes externas (por exemplo, estufa); (e) medir a resistência de isolamento; (f) reapertar todas as conexões; (g) energizar o painel sem carga e verificar o seu funcionamento.
- c) recomendações para primeira partida de motores:
- I. verificar se o mesmo poderá rodar livremente, removendo-se todos os dispositivos de bloqueio e calços usados durante o transporte;
 - II. verificar se o motor está corretamente fixado e se os acoplamentos estão corretamente montados e alinhados;
 - III. certificar-se de que a tensão e a frequência estão de acordo com o indicado na placa de identificação;
 - IV. observar se as ligações estão de acordo com o esquema de ligação impresso na placa de identificação e verificar se todos os parafusos e porcas dos terminais estão devidamente apertados;
 - V. verificar se o motor está devidamente aterrado; desde que não haja especificações exigindo montagem isolada do motor, será necessário aterrá-lo, obedecendo às normas vigentes para ligação de máquinas elétricas à terra. Para isso, deverá ser usado o parafuso identificado pelo símbolo geralmente existente na caixa de ligação ou no pé da carcaça;
 - VI. acionar o motor desacoplado para verificar se está girando livremente e no sentido desejado. Para inverter a rotação de motor trifásico, basta inverter as ligações à rede de dois terminais quaisquer;
 - VII. medir a resistência de isolamento e secar o motor, se necessário.
- d) aterramento: toda instalação deve ser aterrada. É providencial que se aterre as seguintes partes da instalação: (a) neutro do transformador de potência; (b) carcaça metálica de motores, autotransformadores, transformadores de comando e medição, capacitores, etc.; (c) estruturas da chave (painel); (d) para-raios; (e) é necessário o aterramento das partes acima, principalmente, por que: protegem as pessoas contra contatos em partes metálicas eventualmente energizadas; protegem as instalações contra descargas atmosféricas; garantem o correto funcionamento dos equipamentos e permitem uma utilização confiável e correta das instalações.

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

- e) conexões elétricas: as conexões devem proporcionar um bom contato para que sejam evitados aquecimentos, perdas de energia e instabilidade no circuito de comando. É fato que as conexões afrouxam no transporte da chave. Por esse motivo, recomenda-se que sejam reapertados, antes do funcionamento, todos os parafusos e porcas. Sempre que houver parada para manutenção é providencial o reaperto de todos os pontos de conexão.

11.3.1. *Manutenção em Chaves de Partida*

Os tipos de manutenção normalmente empregados são:

- a) Preventiva: toda instalação deve ser periodicamente verificada, devendo o intervalo entre as verificações ser compatível com a importância da instalação. Deve ser dada especial atenção aos seguintes pontos: a conservação das medidas que coloquem partes vivas fora de alcance; o estado dos condutores e suas ligações, principalmente os de proteção; verificar se os eletrodutos estão corretamente conectados ao painel, protegendo mecanicamente os cabos. O estado dos cabos flexíveis que alimentem aparelhos móveis, assim como seus dispositivos de proteção; o estado dos dispositivos de proteção e manobra principalmente quanto ao desgaste provocado por arcos e afrouxamento de contatos; nunca limar ou lixar contatos; verificar se as entradas e saídas de cabos estão vedadas, evitando a entrada de pequenos animais; o ajuste dos dispositivos de proteção e a correta utilização dos fusíveis; o valor da resistência de isolamento em relação à terra; o valor da resistência dos eletrodos de aterramento; toda instalação (ou parte) que pareça perigosa deve ser imediatamente desenergizada e só recolocada em serviço após reparação satisfatória; verificar o estado geral dos para-raios.
- b) Corretiva: toda falha ou anomalia constatada no equipamento elétrico ou em seu funcionamento deve ser providenciada a sua reparação, principalmente quando os dispositivos de proteção contra as sobrecorrentes ou contra os choques elétricos atuarem sem causa conhecida.

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

- I. Substituição de fusíveis de força: em caso de atuação (queima) de um dos fusíveis de uma das três fases, devido a correntes de curto-circuito, recomenda-se a substituição dos outros dois, pois sem dúvida, estes outros dois sofreram um processo de envelhecimento precoce e terão, necessariamente, alteradas as suas características funcionais, o que virá a comprometer seriamente a segurança da instalação. Para a substituição dos fusíveis de comando valem as mesmas considerações.
- II. Substituição de contatos de contatores: esta prática é comum apenas para contatos de força, já que o desgaste dos contatos auxiliares é considerado desprezível. Os contatos de força devem ser substituídos quando o seu desgaste for superior a $\frac{2}{3}$ da espessura inicial. Deve-se substituir os três contatos simultaneamente. Sempre que ocorrer a troca dos contatos é de suma importância verificar o estado da câmara de extinção.
- III. Ajustes em relés de sobrecarga e de tempo: (a) relé de sobrecarga: para que o relé ofereça, também, uma proteção eficaz contra falta de fase, é necessário que seja ajustado para a corrente de trabalho (medida no funcionamento) e não para a corrente nominal (valor de placa do motor); (b) relé de tempo: o relé de tempo deve ser ajustado para o tempo de partida, que é o tempo necessário para o motor atingir, no mínimo, 90% da rotação síncrona.

11.3.2. Principais Defeitos e suas Causas em Chaves de Partida

Para um diagnóstico rápido de algum problema com a Chave de Partida, apresentaremos, abaixo, relações possíveis entre defeito e causa:

- a) Contator não Liga: fusível de comando queimado; relé térmico desarmado; comando interrompido; bobina queimada por: sobretenção; ligada em tensão errada; queda de tensão; corpo estranho no entreferro.
- b) Contator não Desliga: linhas de comando longas (efeito de “colamento” capacitivo); contatos soldados por: correntes de ligação elevadas (por exemplo, comutação de transformadores a vazio); comando oscilante; ligação em curto circuito; comutação defeituosa.

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

- c) Contator Desliga Involuntariamente: quedas de tensão fortes por oscilações da rede ou devido a operação de religadores.
- d) Faiscamento Excessivo: instabilidade da tensão de comando; regulação Pobre da Fonte; linhas extensas e de pequena seção; correntes de partida muito altas; subdimensionamento do transformador de comando com diversos contadores operando simultaneamente.
- e) Fornecimento Irregular de Comando: botoeiras com defeito; fins-de-curso com defeito.
- f) Contator Zumbe (Ruído): corpo estranho no entreferro; anel de curto circuito quebrado; bobina com tensão ou frequência errada; superfície dos núcleos, móvel e fixo, sujas ou oxidadas, especialmente após longas paradas; oscilação de tensão ou frequência no circuito de comando; quedas de tensão durante a partida de motores.
- g) Relé Atuou: relé inadequado ou mal regulado; tempo de partida muito longo; frequência de ligações muito alta; sobrecarga no eixo; falta de fase; rotor bloqueado/travado.
- h) Bimetals Azulados, Recozidos ou Resistências de Aquecimento Queimadas: sobrecarga muito elevada; fusíveis superdimensionados; queda de uma fase (motor zumbe); elevado torque resistente (motor bloqueia); curto circuito.

Serviço Autônomo Municipal
de Água e Esgoto

Caxias do Sul

CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA ELETROMECAÂNICO

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Catálogo da empresa Asta Instrumentação e Controle.
2. Catálogo de Acoplamentos Flexíveis – Antares Acoplamentos Mecânicos Ltda.
3. Catálogo de Bombas Centrífugas Horizontais Bipartidas – Mark Peerless
4. Catálogo de Bombas Re-Autoescorvantes Imbil.
5. Catálogo Saint Gobain Canalizações
6. Catálogo Geral da Companhia Metalúrgica Barbará, 1998.
7. Catálogo Geral de Acoplamentos – Falk.
8. Catálogo Geral de Motores Elétricos da empresa WEG Motores.
9. Catálogo Válvulas e Aparelhos da Companhia Metalúrgica Barbará, 1994.
10. DACACH, Nelson Gandur. **Sistemas urbanos de água**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1979.
11. MACINTYRE, Archibald Joseph. **Bombas e instalações de bombeamento**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1987.
12. Manual de Bombas Centrífugas Tipo Bipartidas – Worthington.
13. Manual de Chaves de Partida da empresa WEG Acionamentos Ltda.
14. Manual de Serviço KSB Bombas Centrífugas Horizontais ETANORM.
15. Manual de Serviço KSB Bombas Monobloco.
16. NETTO, José M. de Azevedo et. al. **Técnica de abastecimento e tratamento de água**. 2ª ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1987.

Esta apostila foi elaborada pelos servidores do SAMAE, Eng.^a Liseane Peluso Rech, Eng.^o Edson Charles Rippel, Eng.^a Fernanda Ballardín Spiandorello e Silvana de Fátima da Silva Mastella, designados através da Portaria nº 23.314 de 01 de agosto de 2014. Formatação revisada pela Comissão Executiva para Concursos Públicos, designada pela portaria nº 24.736 de 02 de agosto de 2016.