



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

LUCAS ZAILTON KUHNEN LEHMKUHL

PAINÉIS DE COMANDOS ELÉTRICOS PARA ETE TIPO LODO ATIVADO

Palhoça

2022

LUCAS ZAILTON KUHNEN LEHMKUHL

PAINÉIS DE COMANDOS ELÉTRICOS PARA ETE TIPO LODO ATIVADO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica, da Universidade do Sul de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do grau de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Fabiano Max da Costa, Eng. Esp.

Palhoça

2022

LUCAS ZAILTON KUHNEN LEHMKUHL

PAINÉIS DE COMANDOS ELÉTRICOS PARA ETE TIPO LODO ATIVADO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheiro Eletricista e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Elétrica da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, 11 de novembro de 2022

Professor e orientador Fabiano Max da Costa, Eng. Esp.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Professora Francielli Scarpini Barbosa Cordeiro, Ma. Eng.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Cláudio Mazza do Nascimento, Eng.
Casan

Este trabalho é dedicado a Deus e a minha família.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho é o resultado não apenas do empenhamento individual, mas também do esforço e do apoio conjunto de várias entidades. Assim, agradeço o acompanhamento científico dos meus professores da Universidade do Sul de Santa Catarina, UNISUL, especificamente do meu orientador, Prof. Fabiano, pelo saber e pela disponibilidade que sempre demonstrou.

À minha família e namorada, que sempre me apoiaram e ajudaram a passar pelos períodos de maior tensão.

A todos os meus amigos, pelo companheirismo nas horas de estudo e pelas amizades que continuaram ao longo da vida.

Um agradecimento geral a todas as pessoas que, de algum modo, me fortaleceram e me deram ânimo ao longo desta caminhada.

“O mistério da vida me causa a mais forte emoção. É o sentimento que suscita a beleza e a verdade, cria a arte e a ciência. Se alguém não conhece esta sensação ou não pode mais experimentar espanto ou surpresa, já é um morto-vivo e seus olhos se cegaram.” (Albert Einstein).

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar um esclarecimento de como acontece à execução de painéis de comandos elétricos para ETEs (Estações de Tratamento de Esgoto) tipo lodo ativado na região de Florianópolis/SC, no ano de 2021, trazendo os principais pontos que devem ser analisados, como, a funcionalidade dos componentes mais utilizados, a montagem, instalação e operação do painel em conjunto com as bombas da ETE, assim como também, traz uma solução para os condomínios que se encaixem dentro do padrão analisado neste trabalho, no caso, condomínios com até 50 apartamentos. De acordo com a legislação brasileira, dependendo do nível de contribuição de efluentes gerado pelo condomínio, poderá ser exigido, que o mesmo construa uma ETE com bombas de acionamento elétrico que auxiliam no tratamento dos efluentes, e com isso, necessitam também de um painel de comandos elétricos que automatizam o funcionamento das bombas, buscando a máxima eficiência no tratamento.

Palavras-chave: Painéis de Comandos Elétricos. ETE. Florianópolis/SC.

ABSTRACT

This work aims to present a clarification of how the execution of electrical control panels for ETEs (Sewage Treatment Stations) type activated sludge in the region of Florianópolis/SC, in the year 2021, bringing the main points that must be analyzed, such as the functionality of the most used components, the assembly, installation and operation of the panel together with the ETE pumps, as well as bringing a solution for condominiums that fit within the standard analyzed in this work, in this case, condominiums with up to 50 apartments. According to Brazilian legislation, depending on the level of contribution of effluents generated by the condominium, it may be required that it builds an ETE with electric drive pumps that assist in the treatment of effluents, and with that, they also need a panel of electrical controls that automate the operation of the pumps, seeking maximum efficiency in the treatment.

Keywords: Electrical Control Panels. ETE. Florianópolis/SC.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Tabela IP	14
Figura 2 – Quadro de plástico	15
Figura 3 – Quadro de metal	15
Figura 4 – Dispositivos do painel de comando elétrico	16
Figura 5 – Contator	18
Figura 6 – Relé Térmico	18
Figura 7 – CLP	19
Figura 8 – Dispositivos instalados na porta do quadro	20
Figura 9 – Diagrama elétrico para ligação do motor em partida direta	21
Figura 10 – Partida direta com reversão – Diagrama de comando e potência	23
Figura 11 – Partida estrela triângulo – Diagrama de potência	24
Figura 12 – Partida estrela triângulo – Diagrama de comando	25
Figura 13 – Partida por Auto Transformador – Diagrama de potência	26
Figura 14 – Partida por Auto Transformador – Diagrama de comando	27
Figura 15 – Diagrama de uma ETE tipo lodo ativado por gravidade	30
Figura 16 – Diagrama de uma ETE tipo lodo ativado com bombas elétricas	31
Figura 17 – ETE tipo lodo ativado	32
Figura 18 – Tanque de elevatória	33
Figura 19 – Tanque de aeração	33
Figura 20 – Tanque de recirculação de lodo	34
Figura 21 – Bomba para recirculação de lodo	35
Figura 22 – Bomba para elevatória	36
Figura 23 – Sistema com bombas de aeração e retorno de lodo	37
Figura 24 – Informações técnicas de bomba submersa FAMAC 3,0 cv	38
Figura 25 – Primeira etapa da montagem	40
Figura 26 – Dispositivos na porta do quadro	42
Figura 27 – Montagem no interior do quadro	43
Figura 28 – Instalação do painel	44
Figura 29 – Diagrama elétrico para o acionamento de bombas por timer	47
Figura 30 – Diagrama elétrico para partida direta do motor com relé falta de fase	48

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	11
1.2	JUSTIFICATIVA	11
1.3	OBJETIVOS	11
1.3.1	Objetivo geral	11
1.3.2	Objetivos específicos	11
1.4	DELIMITAÇÕES	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
2.1	MODELOS DE QUADRO.....	13
2.1.1	QUADRO DE PLÁSTICO	15
2.1.2	QUADRO DE METAL.....	15
2.2	DISPOSITIVOS PARA MONTAGEM DE PAINEL ELÉTRICO DE COMANDO.....	16
2.3	LEITURA DE PROJETO	20
2.4	PARTIDAS DE MOTORES.....	21
2.4.1	PARTIDA DIRETA COM REVERSÃO	22
2.4.2	PARTIDA ESTRELA TRIANGULO	23
2.4.3	PARTIDA POR AUTO TRANSFORMADOR	25
2.5	NORMAS DE SEGURANÇA.....	27
2.5.1	NORMAS NR 10 E NBR 5410	28
2.5.2	Norma IEC 61439.....	28
2.6	ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO	29
2.7	BOMBAS DA ETE.....	35
3	METODOLOGIA.....	38
3.1	TIPO DE PESQUISA	39
3.2	COLETAS DE DADOS	39
4	DESENVOLVIMENTO.....	40
4.1	MONTAGEM DE PAINÉIS DE COMANDOS ELÉTRICOS.....	40
4.2	INSTALAÇÃO DE PAINÉIS DE COMANDOS ELÉTRICOS.....	44
4.3	FUNCIONAMENTO DA ETE COM PAINEL DE COMANDO ELÉTRICO.....	45
5	CONCLUSÃO.....	50
	REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

A procura por condomínios, que ofereçam segurança e infraestrutura, tem aumentado cada vez mais e esse tipo de empreendimento precisa de uma solução para o tratamento do esgoto, com Estações Compactas de Tratamento de Esgoto (ETE). Essas Estações podem ser operadas pelo município (ou órgão responsável) ou pelo próprio condomínio. Por isso é essencial que sejam instaladas ETEs que garantam o bom funcionamento, facilidade de operação, atendimento à legislação brasileira (ABNT NBR 13.969 e CONAMA 430 art.21) e adequação aos planos de gestão ambiental do empreendimento, para que no futuro os moradores ou o empreendedor não enfrentem problemas.

A ETE pode ser construída de várias maneiras, tipos e com diferentes materiais, pois o processo de tratar efluentes, assim como muitos outros, é um processo de engenharia que vem sendo aprimorado e inovado de forma tecnológica com o passar dos anos, devido ao grande crescimento populacional que impulsiona os estudos e a busca por soluções mais eficientes dentro da área. No início da urbanização, o tratamento de efluentes era feito de forma simples, apenas com fossa e sumidouro, onde basicamente era feita a abertura de buracos no chão e colocados alguns tanques vedados para receber a chegada dos efluentes que, em seguida, passavam por um filtro natural com pedras selecionadas e, no final, a adição de cloro. Mas, atualmente, as Estações de Tratamento de Esgoto são maiores, com mais tanques e com adição de bombas e quadros de comando que contribuem e muito para a eficiência do tratamento de efluentes, principalmente quando trata em grande escala.

O presente trabalho vem por meio de estudos teóricos e práticos, ressaltar a importância e os processos necessários para a execução de painéis de comandos elétricos utilizados em ETEs do tipo lodo ativado, para condomínios com até 50 apartamentos em Florianópolis/SC no ano de 2021, que necessitam acionar as bombas da estação de acordo com a lógica projetada, podendo esta acontecer de acordo com um tempo e horário programado, ou devido ao nível do tanque.

1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Em condomínios com sistema de ETE do tipo lodo ativado, o quadro de comando deve ser montado com componentes que atuem de acordo com a lógica de programação criada pelo projetista, para que as bombas da Estação de Tratamento de Esgoto sejam acionadas de maneira programada, realizando funções como, injeção de oxigênio, recirculação ou descarte do lodo e acionamento de bombas de elevatória para a entrada ou saída do efluente da estação.

Neste sentido, serão esclarecidos quais os passos, como deve ser montado e como se opera um quadro de comando feito para ETE.

1.2 JUSTIFICATIVA

A eficiência das Estações de Tratamento de Esgoto é um tema que vem sendo muito discutido na região de Florianópolis por ser um problema muito antigo e grave, principalmente devido ao aumento populacional que vem ocorrendo no decorrer dos anos. Com isso, diversos empreendimentos estão sendo construídos em áreas irregulares ou fora dos parâmetros exigidos pela legislação, que exige para condomínios com grande contribuição de efluentes, que construam uma ETE com bombas que necessitam de um quadro de comando para operar de maneira que se atinja a máxima eficiência no tratamento de efluentes.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é demonstrar a execução de quadros de comando para ETEs (Estações de Tratamento de Esgoto), de condomínios que necessitam ter esse sistema para o tratamento de seus efluentes.

1.3.2 Objetivos específicos

- Análise do projeto da ETE.
- Leitura do projeto elétrico do painel.

- Montagem do painel.
- Revisão das ligações elétricas.
- Realização de testes.
- Instalação do painel.

1.4 DELIMITAÇÕES

Este trabalho tem o foco em ETEs do tipo lodo ativado, para condomínios com até 50 apartamentos em Florianópolis/SC, no ano de 2021 e que necessitam se adequar de acordo com as exigências do órgão fiscalizador, Floram.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Um painel de comando elétrico é uma caixa ou quadro geralmente de metal ou plástico que aloca todos os disjuntores, contadores, temporizadores, reles, CLPs e outros dispositivos de comando utilizados para o controle de um sistema elétrico, por exemplo, de motores de uma estação de tratamento de esgoto ou uma máquina industrial. Os componentes de um painel de controle dependem das cargas que estão sendo comandadas e do tipo de controle que é necessário (SILVEIRA, 2018).

Portanto, é correto dizer que os componentes do painel elétrico é que controlam cada equipamento instalado e ligado ao painel de comando. É difícil descrever todas as combinações possíveis que pode haver em um painel de comando porque diferentes processos e setores na maioria das empresas são diferentes e por este motivo cada painel de comando possui um projeto único. (SILVEIRA, 2018, pg.1).

Para projetar um painel de comando elétrico, é preciso começar a estudar o processo e os equipamentos (como vai operar, o que tem que estar ligado ou desligado e quando é importante e seguro operar o equipamento) (SILVEIRA, 2018).

2.1 MODELOS DE QUADRO

Em instalações ideais é comum colocar o quadro em um local seguro e fechado contra penetração de sólidos e líquidos, onde a numero do grau de proteção IP não é tão relevante, mas nos casos onde isso não ocorre ou onde a de proteção é mínima, é necessário utilizar um quadro com grau de proteção IP no mínimo de 54.

Figura 1 – Tabela IP

TABELA DE GRAU DE PROTEÇÃO IP	
A tabela de grau de proteção IP (Ingress Protection) classifica o nível de proteção contra poeira, contato e água.	
PROTEÇÃO CONTRA SÓLIDOS	PROTEÇÃO CONTRA ÁGUA
1  Proteção contra objetos sólidos com 50 mm de diâmetro ou mais.	1  Protegido contra gotas que caiam na vertical.
2  Proteção contra objetos sólidos com 12,5 mm de diâmetro ou mais.	2  Protegido contra gotas que caiam na vertical com corpo inclinado a até 15°.
3  Proteção contra objetos sólidos com 2,5 mm de diâmetro ou mais.	3  Protegido contra gotas que caiam na vertical com corpo inclinado a até 60°.
4  Proteção contra objetos sólidos com 1,0 mm de diâmetro ou mais.	4  Protegido contra gotas de água que venham de qualquer direção.
5  Proteção contra poeira. Possibilidade de entrada de poeira.	5  Protegido contra jatos de água.
6  À prova de poeira. Sem possibilidade de entrada de poeira.	6  Protegido contra jatos potentes de água.
IP 6 6	7  Protegido contra imersão temporária em água de até 1 metro por 30 minutos.
	8  Protegido contra a imersão contínua em água.
	

2.1.1 QUADRO DE PLÁSTICO

O quadro de plástico tem excelente grau de proteção IP e alta resistência mecânica. Possuem porta removível com abertura de 180° e acompanha a placa de montagem na cor laranja, como vemos na figura 2. (LOJA ELÉTRICA, 2022).

Figura 2 – Quadro de plástico



Fonte: Loja Elétrica, 2022.

2.1.2 QUADRO DE METAL

O quadro de metal também possui um alto grau de proteção e resistência mecânica e a proteção contra corrosão deve ser assegurada pelo uso de materiais apropriados ou pela aplicação de camadas protetoras equivalentes em superfície exposta, levando em conta as condições pretendidas de uso e manutenção. (LOJA ELÉTRICA, 2022).

Figura 3 – Quadro de metal



Fonte: Loja Elétrica, 2022.

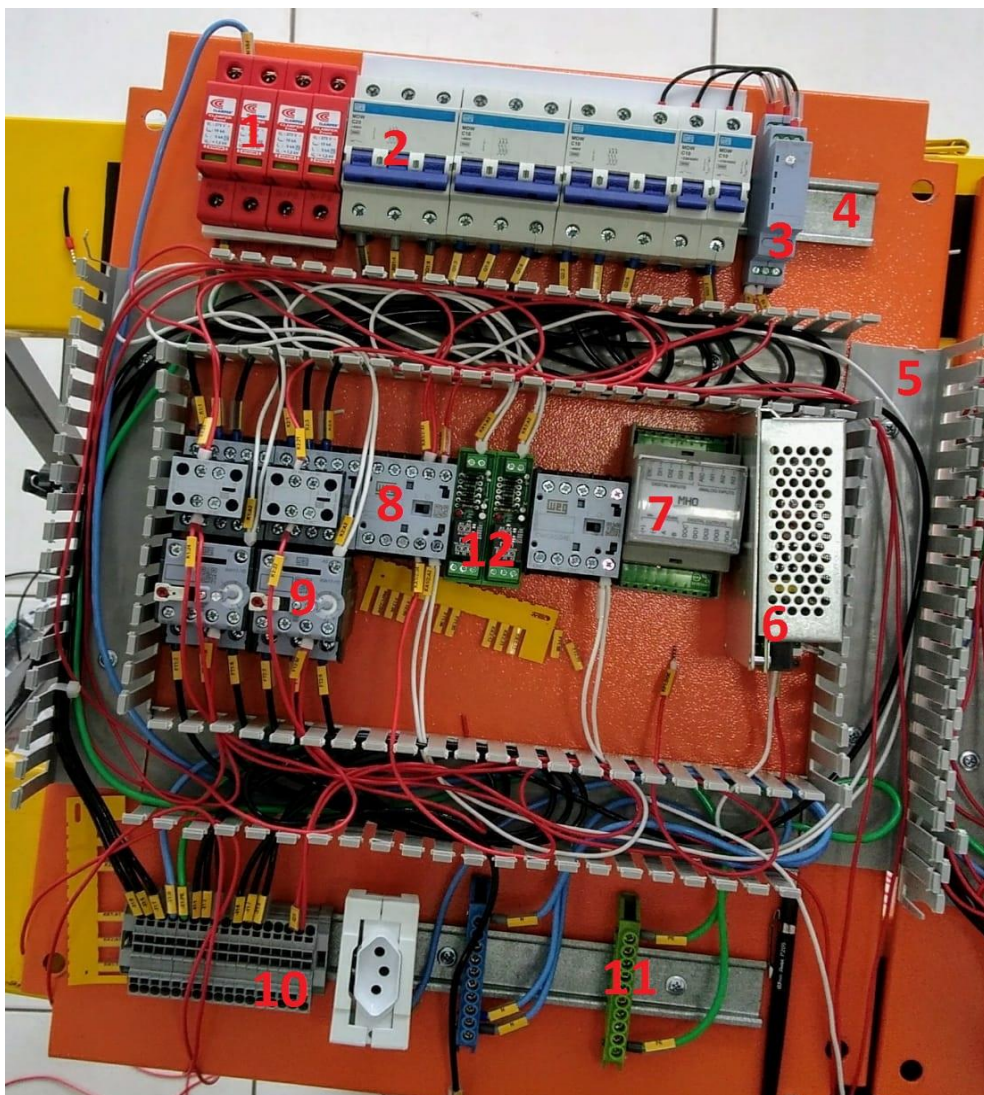
Os painéis de comandos elétricos devem ser construídos somente com materiais capazes de resistir esforços mecânicos, elétricos e térmicos, bem como aos efeitos da umidade, que provavelmente serão encontrados em serviço normal.

Os dispositivos e os circuitos de um conjunto devem ser dispostos de maneira que facilite a sua operação e manutenção e, ao mesmo tempo, que assegure o grau necessário de segurança.

2.2 DISPOSITIVOS PARA MONTAGEM DE PAINEL ELÉTRICO DE COMANDO

Em seguida serão apresentados e descritos alguns dos dispositivos mais utilizados na montagem dos painéis elétricos de comando.

Figura 4 – Dispositivos do painel de comando elétrico



Fonte: O autor, 2021.

- 1 – DPS (Dispositivo de proteção contra surtos): Conseguem detectar sobretensões transitórias na rede elétrica e atuam, direcionando a energia para a haste enterrada no chão.
- 2 - Disjuntor: O Disjuntor protege as cargas em caso de curto-circuito ou sobrecargas elétricas. (SILVEIRA, 2018).
- 3 - Rele falta de fase: O relé falta de fase é um dispositivo de proteção para o motor elétrico trifásico e para o circuito de comando, pois com a falta de alguma das fases da rede de distribuição, o motor pode queimar durante o funcionamento. É recomendado que o contato NF seja ligado à algum LED de aviso de falha ou à uma sirene.
- 4 – Trilho: – É um trilho de metal que permite a montagem da maioria dos componentes de controle industrial. (SILVEIRA, 2018).
- 5 - Canaletas: As canaletas geralmente são alocadas no perímetro da placa de montagem do painel de comando e entre filas dos componentes elétricos e sua função é alojar os fios que interconectam os componentes elétricos. (SILVEIRA, 2018, pg.3).
- 6 – Fonte de alimentação CC ou Fonte 24 Vcc: Assim como o transformador converte uma tensão CA em outra CA, a fonte de alimentação tem a função de converter a tensão CA (em 110 V ou 220 V) em 24 Vcc (tensão e corrente contínua). Esta tensão é necessária para alimentar os CLPs e dispositivos de controle. Usando 24 Vcc como tensão de controle, os fabricantes podem aumentar a confiabilidade e uma razão para isso é que uma fonte de alimentação opera com circuitos limitadores para proteção contra curtos-circuitos. No caso de um curto, ela simplesmente desliga. Dessa forma, ela elimina a necessidade de fusíveis e perda de tempo necessário para substituí-los. Além disso, a tensão de 24 Vcc tem maior capacidade de condução, permitindo que os dispositivos de controle sobrevivam melhor às quedas de tensão. (SILVEIRA, 2018, pg.2).
- 7 – Telemetria - O equipamento de telemetria possibilita monitorar o status das cargas em tempo real, enviando mensagens através de e-mails ou telegram para alertar sobre falhas e alarmes, além de conseguir controlar o sistema sem precisar estar no local.
- 8 – Contator: Um contator é o mesmo que um relé. No entanto, ele se diferencia do relé por possuir tamanho maior, maior capacidade de carga, possuir 3 polos e ser aplicado no comando de motores elétricos. (SILVEIRA, 2018).

Figura 5 – Contator



Fonte: Eletrorastro, 2022.

9 – Relé Térmico ou de Sobrecarga: Um relé térmico ou de sobrecarga protege as cargas, geralmente os motores elétricos para que os mesmos não trabalhem em sobrecorrente. Se um motor elétrico operar em sobrecarga, a corrente dele aumentará ocasionando maior aquecimento e risco de danificar o motor elétrico. Assim, o relé térmico monitora as 3 fases que alimentam o motor e caso o motor elétrico comece a operar em sobrecarga, o relé atua fazendo com que o circuito de comando desligue o motor elétrico. (SILVEIRA, 2018, pg.4).

Figura 6 – Relé Térmico



Fonte: Eletrorastro, 2022.

10 - Bornes: Os bornes são pontos de conexão de fios com a função de juntar 2 ou mais fios. (SILVEIRA, 2018).

11 – Bornes de aterramento terminais: Um borne de aterramento é utilizado para aterrar os dispositivos do painel sendo que este borne geralmente é aterrado internamente ao painel. (SILVEIRA, 2018).

12 – Relé: Um relé é um interruptor operado eletronicamente ou magneticamente. O seu funcionamento é simples. Uma energia é aplicada à bobina que cria um campo magnético que alterna os contatos do relé que por sua vez podem ser utilizados para comandar algum circuito. (SILVEIRA, 2018, pg. 4).

Figura 7 – CLP



Fonte: O autor, 2021.

13 – CLP ou Controlador Lógico Programável: É considerado o cérebro do painel de comando. Ele é capaz de ler entradas e a partir disso executar lógicas e comandos para operar as saídas e com isto comandar dispositivos em campo. (SILVEIRA, 2018, pg. 2).

Figura 8 – Dispositivos instalados na porta do quadro



Fonte: O autor, 2021.

14 - Chave com Retenção: Uma vez acionada, seu retorno à situação anterior somente acontece com um novo acionamento. Normalmente desconectará toda a energia do painel e é também conhecido como botão de emergência.

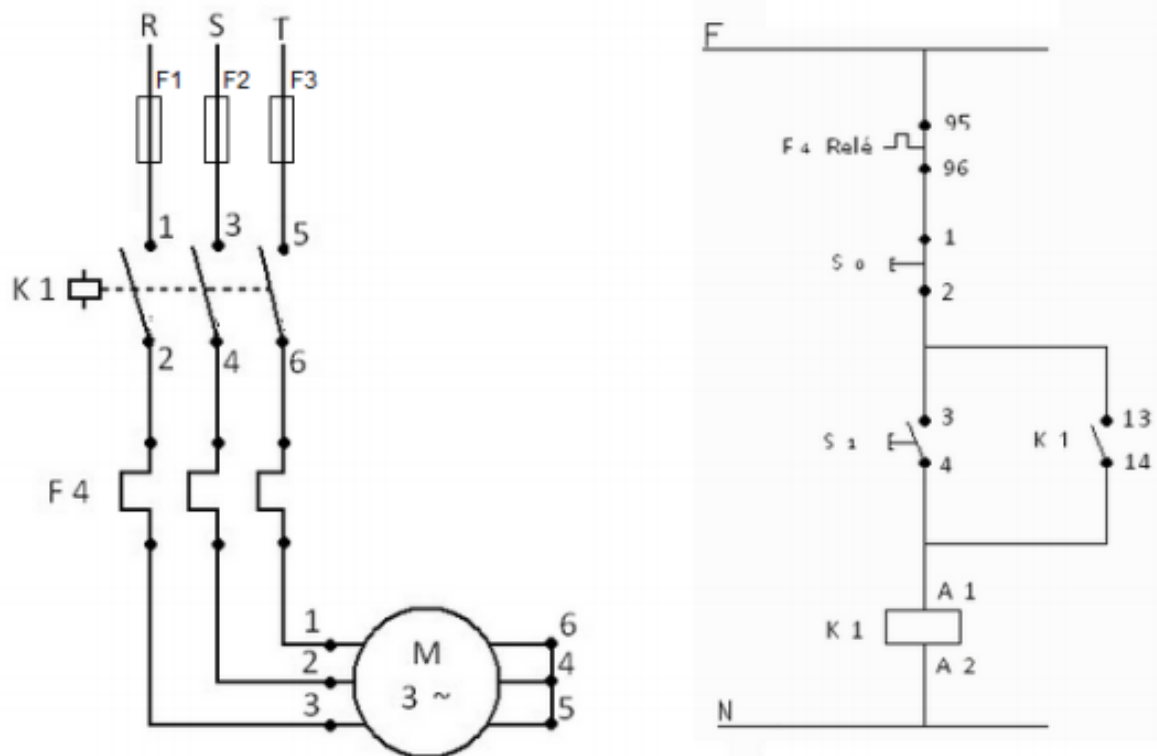
15 - Chave Seletora: Possui duas ou mais posições e permite selecionar uma entre várias posições em um determinado processo com ponto de contato comum.

16 - Sinalização: A iluminação é normalmente de led, responsável pela comunicação do painel, como status de ligado, desligado e falha. As cores são variadas como, vermelho, azul, amarelo e verde e toda sinalização assim como todas as botoeiras e chaves seletoras são identificadas de acordo com sua função ou status.

2.3 LEITURA DE PROJETO

Na figura 9 é demonstrado um diagrama elétrico para partida direta de motores, e será explicado detalhadamente todos os contatos e simbologias para demonstrar como deve ser feito a leitura do projeto elétrico.

Figura 9 – Diagrama elétrico para ligação do motor em partida direta



Fonte: JC Siqueira, 2010.

O diagrama ilustrado na figura 9 demonstra uma ligação de um motor trifásico, com a ligação de potência representada à esquerda, e a de comando à direita. No diagrama de comando, S0 é o botão de emergência, S1 o botão de pulso, F4 o relé térmico e K1 a contatora.

Na ligação de comando, quando S1 é acionado, a corrente da fase F passa e energiza a bobina de K1, fazendo com que os contatos 13 e 14 NA (normalmente aberto) de K1 fechem, assim como os seus contatos de força, permitindo o acionamento do motor. Para desligar o motor, basta acionar S0 para seus contatos 1 e 2 NF (normalmente fechado) abrir e interromper a passagem de corrente, fazendo com que os contatos 13 e 14 de K1 voltem ao seu estado normal aberto. Caso necessite religar o motor o botão de pulso S1 deve ser acionado novamente, lembrando que o botão de pulso só muda a posição dos seus contatos enquanto estiver sendo pressionado.

2.4 PARTIDAS DE MOTORES

Em ETEs do tipo lodo ativado as bombas utilizadas para o tratamento de efluentes são normalmente acionadas utilizando o método de partida direta, mas muitas são as formas que

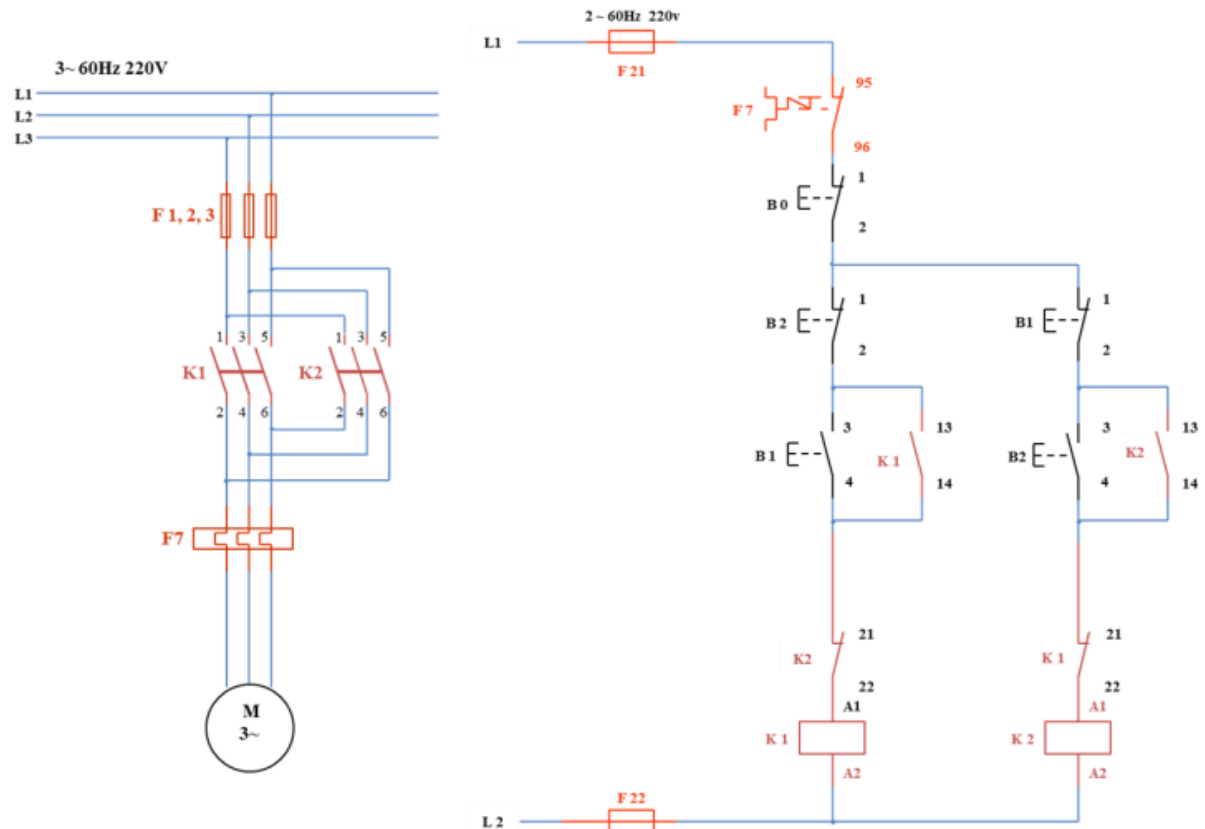
se pode partir um motor, a seguir podemos ver alguns dos métodos mais aplicados atualmente.

2.4.1 PARTIDA DIRETA COM REVERSÃO

Quando existe a necessidade de realizarmos a inversão de rotação de um motor elétrico trifásico devemos interagir diretamente em seu campo magnético girante e sabemos também que este campo magnético só existe em função da defasagem de 120° entre as fases. Sendo assim, basta inverter duas das três fases de alimentação deste motor. (SALA DA ELÉTRICA, 2014, pg.13).

Observe que no diagrama de potência da figura 10 possuímos a alimentação do motor elétrico a partir da alimentação fornecida por L1, L2 e L3 e sendo disponibilizadas através dos contadores K1 e K2, obviamente, os dois dispositivos nunca poderão estar ligados simultaneamente, caso isto ocorra teremos um curto circuito gerado na saída dos contadores K1 e K2. (SALA DA ELÉTRICA, 2014, pg.13).

Figura 10 – Partida direta com reversão – Diagrama de comando e potência



Fonte: Sala da Elétrica, 2014.

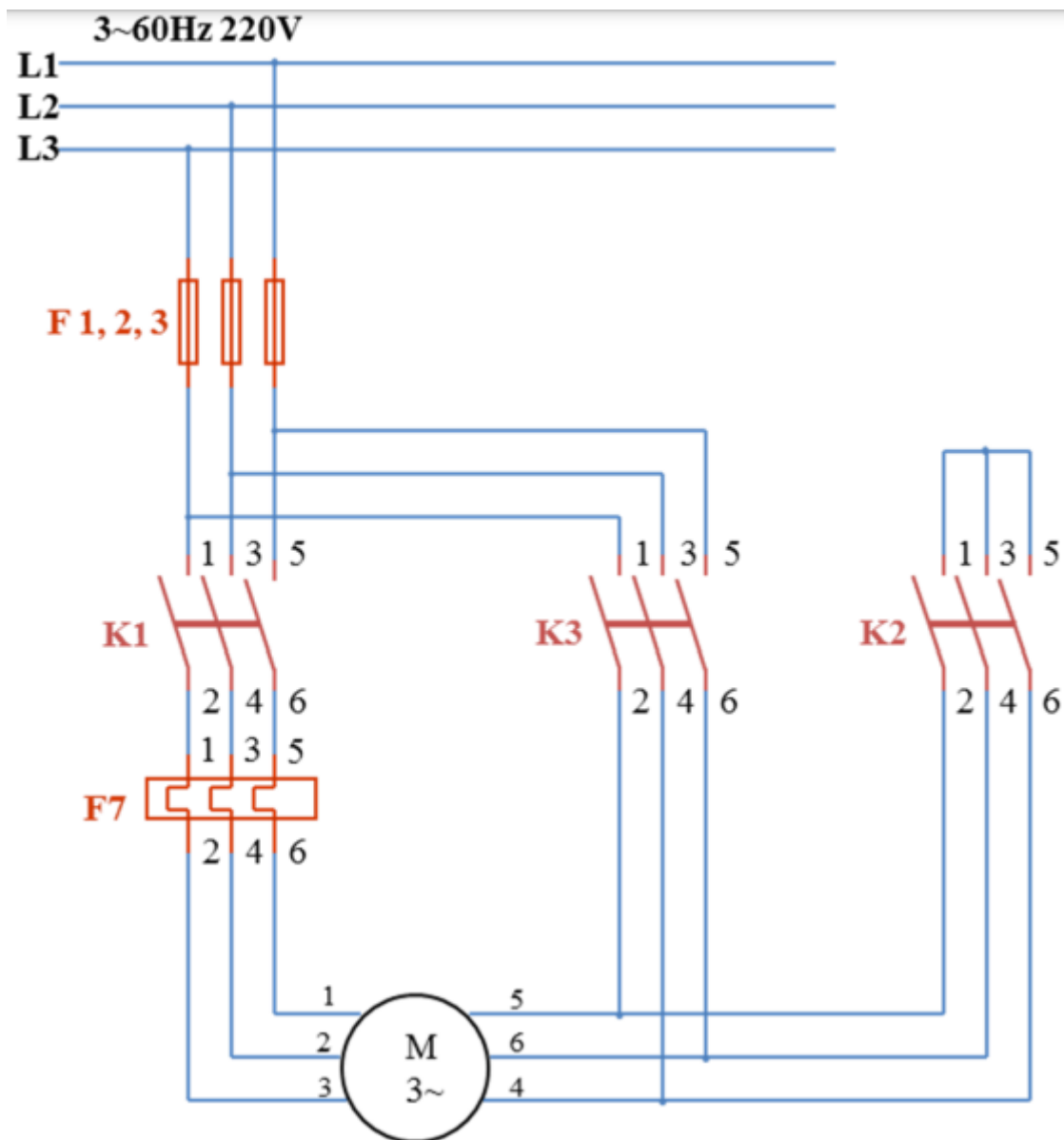
Devido à preocupação em relação à corrente elétrica no momento da partida de motores elétricos trifásicos, dependendo do motor podemos possuir uma variação de 6 a 8 vezes o valor de corrente nominal no instante da partida, desta maneira, se torna viável realizar a partida dos motores através de manobras que tenha como objetivo reduzir a corrente de partida e para isto, muitas vezes, consideramos a redução da tensão elétrica no motor elétrico trifásico. (SALA DA ELÉTRICA, 2014, pg.15).

2.4.2 PARTIDA ESTRELA TRIANGULO

A grande vantagem na utilização deste sistema de partida é que neste caso o circuito empregado irá permitir a redução da corrente de partida do motor elétrico trifásico fazendo uso da redução da tensão de fase (A tensão em cada uma das bobinas que compõe o motor). Para realizar este procedimento contamos com no mínimo um motor de seis terminais e manipulamos o fechamento de suas bobinas de maneira que exista a redução de sua tensão de fase. (SALA DA ELÉTRICA, 2014, pg.16).

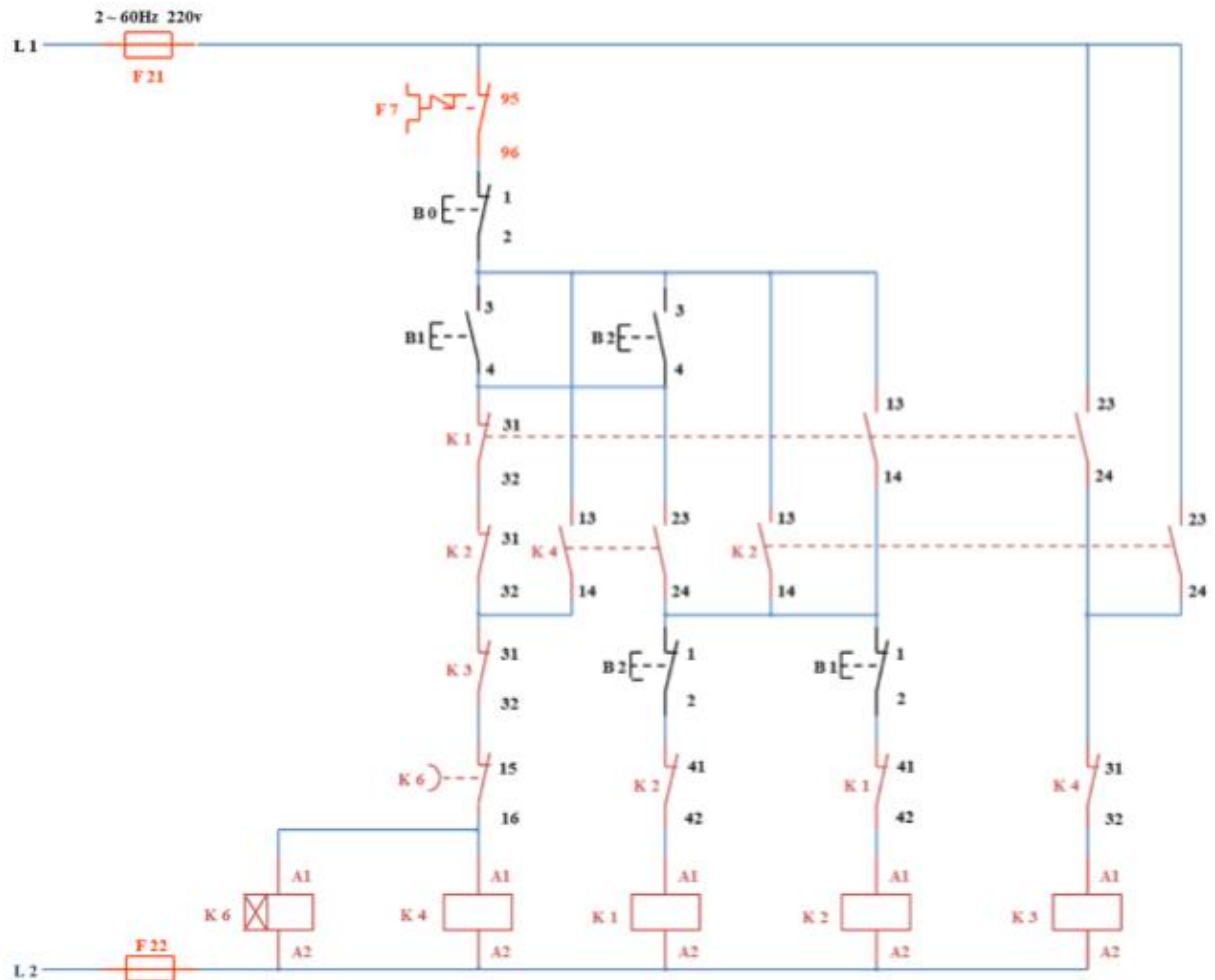
Desta maneira teremos como resultado a redução da corrente de partida do motor elétrico trifásico. Vale ressaltar que este sistema de partida será utilizado somente para iniciar o acionamento do motor e após o tempo definido pelo temporizador teremos o motor sendo alimentado normalmente com o sistema realizando seu fechamento em triângulo. (SALA DA ELÉTRICA, 2014, pg.16).

Figura 11 – Partida estrela triângulo – Diagrama de potência



Fonte: Sala da Elétrica, 2014.

Figura 12 – Partida estrela triângulo – Diagrama de comando

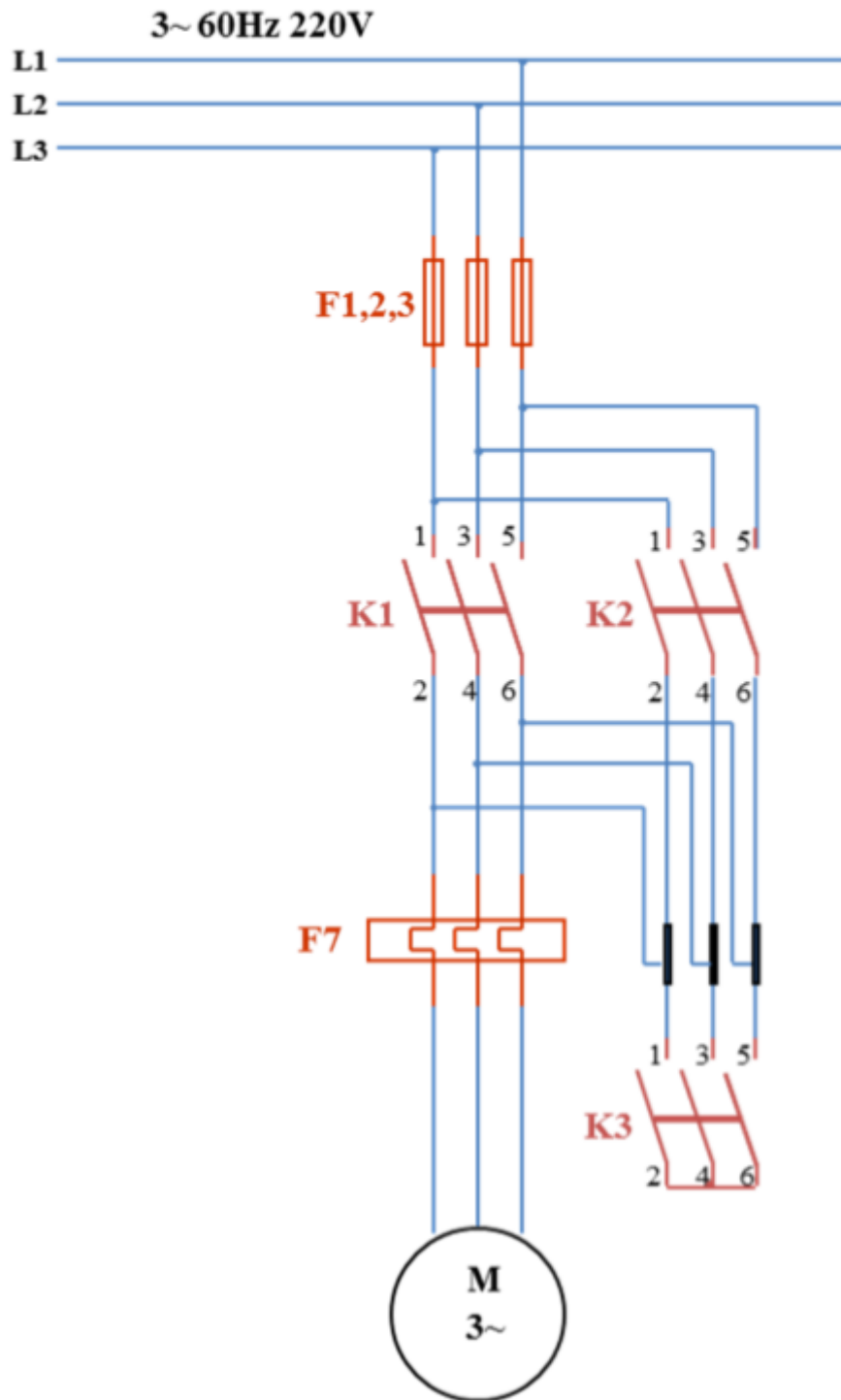


Fonte: Sala da Elétrica, 2014.

2.4.3 PARTIDA POR AUTO TRANSFORMADOR

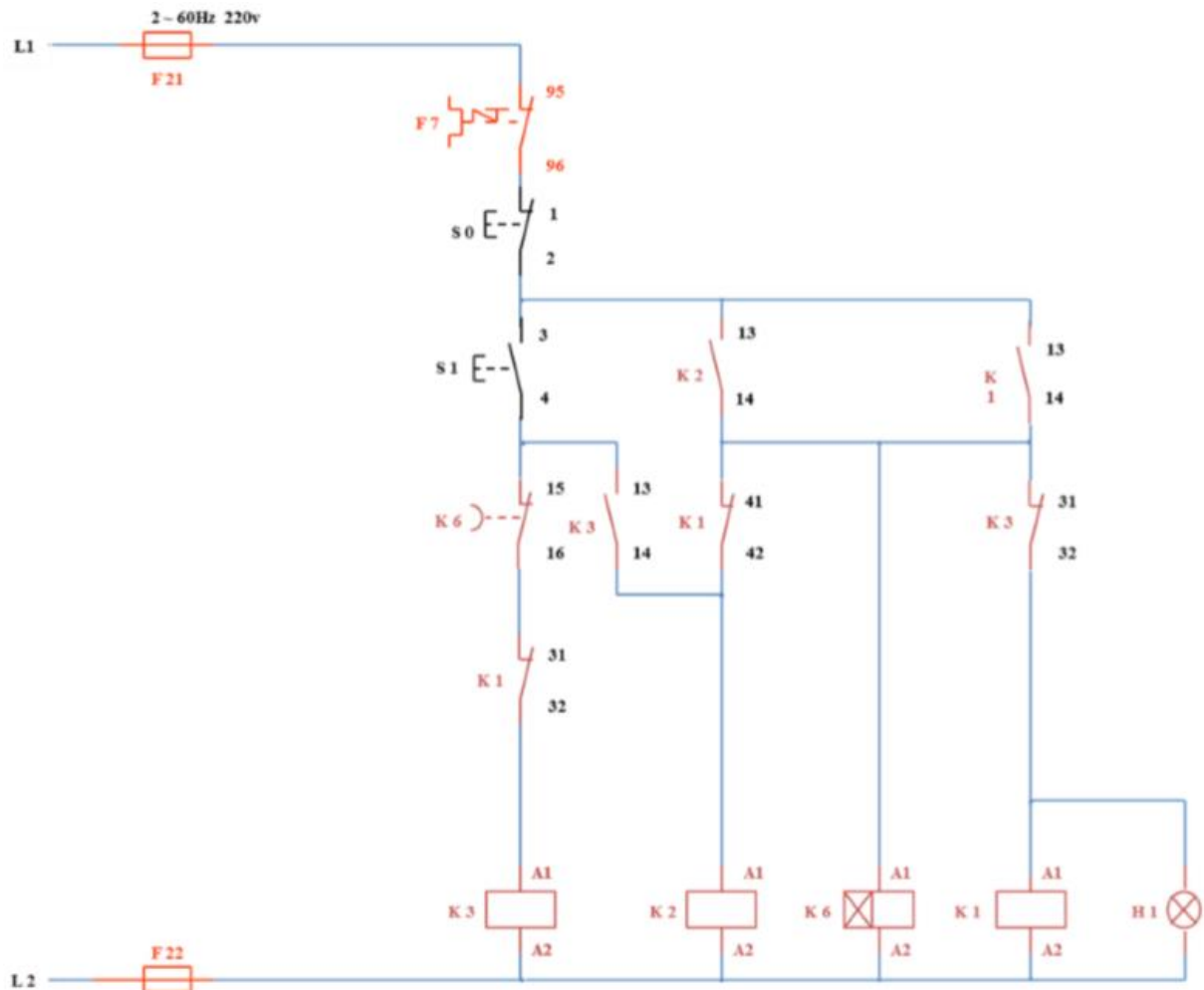
Em outra tentativa de reduzir a corrente de partida do motor elétrico trifásico teremos a partida por autotransformador que também realizará a redução da tensão de alimentação do motor elétrico no instante da alimentação, este nível de tensão poderá ser de, normalmente, 65 ou 80% da tensão nominal. Respectivamente teremos a redução da corrente de partida para 42% e 64% da nominal. (SALA DA ELÉTRICA, 2014, pg.21).

Figura 13 – Partida por Auto Transformador – Diagrama de potência



Fonte: Sala da Elétrica, 2014.

Figura 14 – Partida por Auto Transformador – Diagrama de comando



Fonte: Sala da Elétrica, 2014.

2.5 NORMAS DE SEGURANÇA

Os painéis elétricos são a causa de vários acidentes envolvendo choques elétricos ou mesmo princípio de incêndio, por isso a montagem correta desse equipamento deve ser prioridade.

A fim de evitar problemas com o painel elétrico, seguir as normas NBR 5410, NR10 e NBR IEC 61439, para montagem de painéis é essencial para garantir a segurança do profissional em elétrica, os clientes e os demais envolvidos no local que tem contato direto ou indiretamente com o painel.

2.5.1 NORMAS NR 10 E NBR 5410

As duas normas apresentam características diferentes, porém ambas são fundamentais para a instalação dos painéis.

De acordo com item 10.1.1 da NR 10:

Esta Norma Regulamentadora - NR estabelece os requisitos e condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade.

A NR é mais direcionada à segurança e é publicada pelo ministério do trabalho. Já a NBR é mais completa porque é desenvolvida por meio de estudos e consensos relacionados ao tema. As duas abordam pontos bem semelhantes, visto que a segurança é uma preocupação de todos, mas a NBR é mais profunda e descreve com mais detalhes de que forma os procedimentos devem ser feitos (NUNES, 2016).

Essas normas são as principais em relação aos painéis elétricos. Ambas se referem ao projeto, manutenção, aplicação e operação dos sistemas. A função central é listar todos os procedimentos de instalação de equipamentos de energia elétrica de maneira bem detalhada, para garantir a segurança de quem for manusear este equipamento e a sua funcionalidade.

Antes de tudo, os sistemas precisam de um profissional autorizado e qualificado, que esteja preparado para executar os processos de montagem, construção, operação, ampliação, reparação e capaz de inspecionar todos os detalhes. Isso dará a garantia de segurança para todos os envolvidos. As normas também exigem manutenções periódicas para manter os sistemas em perfeito estado de funcionamento.

2.5.2 Norma IEC 61439

Essa norma se preocupa com os conjuntos de manobra e controle de baixa tensão, reforçando os cuidados necessários para a construção de painéis elétricos. Preocupando-se com três valores básicos: segurança, continuidade do serviço e atendimento ao consumidor final.

Nesta conformidade, para garantir, por um lado, que os quadros elétricos e a aparelhagem que os constitui obedeçam aos rigorosos critérios de segurança impostos pelos referidos normativos e, por outro, que as necessidades dos projetistas

e finais utilizadores sejam completamente satisfeitas, a atual Norma IEC 61439-1 & 2 de 2014, que substituiu a IEC 60439-1 de 2011, estabelece a referência normativa e comercial para o fabrico de quadros elétricos de baixa tensão, e define e clarifica o tipo de verificações que devem ser realizadas pelas entidades envolvidas na conformidade final. (CARVALHO, 2015).

Para garantir o cumprimento da norma, o fabricante de painéis elétricos deve verificar sempre a resistência dos materiais, a proteção dos invólucros, a distância correta de isolamento e de escoamento para evitar acidentes, se há proteção contra choques elétricos e se os circuitos de proteção estão íntegros, as propriedades dielétricas, os limites de elevação de temperatura, a suportabilidade aos curto-circuitos, a compatibilidade eletromagnética e o funcionamento mecânico do painel elétrico. (NOVA FORÇA, 2018).

Além disso, o fabricante deve sempre fazer manutenções periódicas no equipamento, garantindo a continuidade do serviço com segurança para todos os envolvidos no processo, avaliando sempre a suportabilidade às sobretensões, a capacidade de condução de corrente, a suportabilidade das correntes de curto-circuito, a proteção contra choques-elétricos e a proteção contra riscos de incêndio ou explosão (NOVA FORÇA, 2018).

A importância de seguir as normas descritas anteriormente é essencial. Para os fabricantes, produzir painéis de qualidade e seguros é fundamental para o bom atendimento aos seus clientes. Já as normas garantem a segurança de todos os envolvidos ao manusear um equipamento delicado. Tendo em vista que seguir as normas é o que garante o funcionamento correto dos painéis, de modo a evitar problemas que resultem em consequências perigosas.

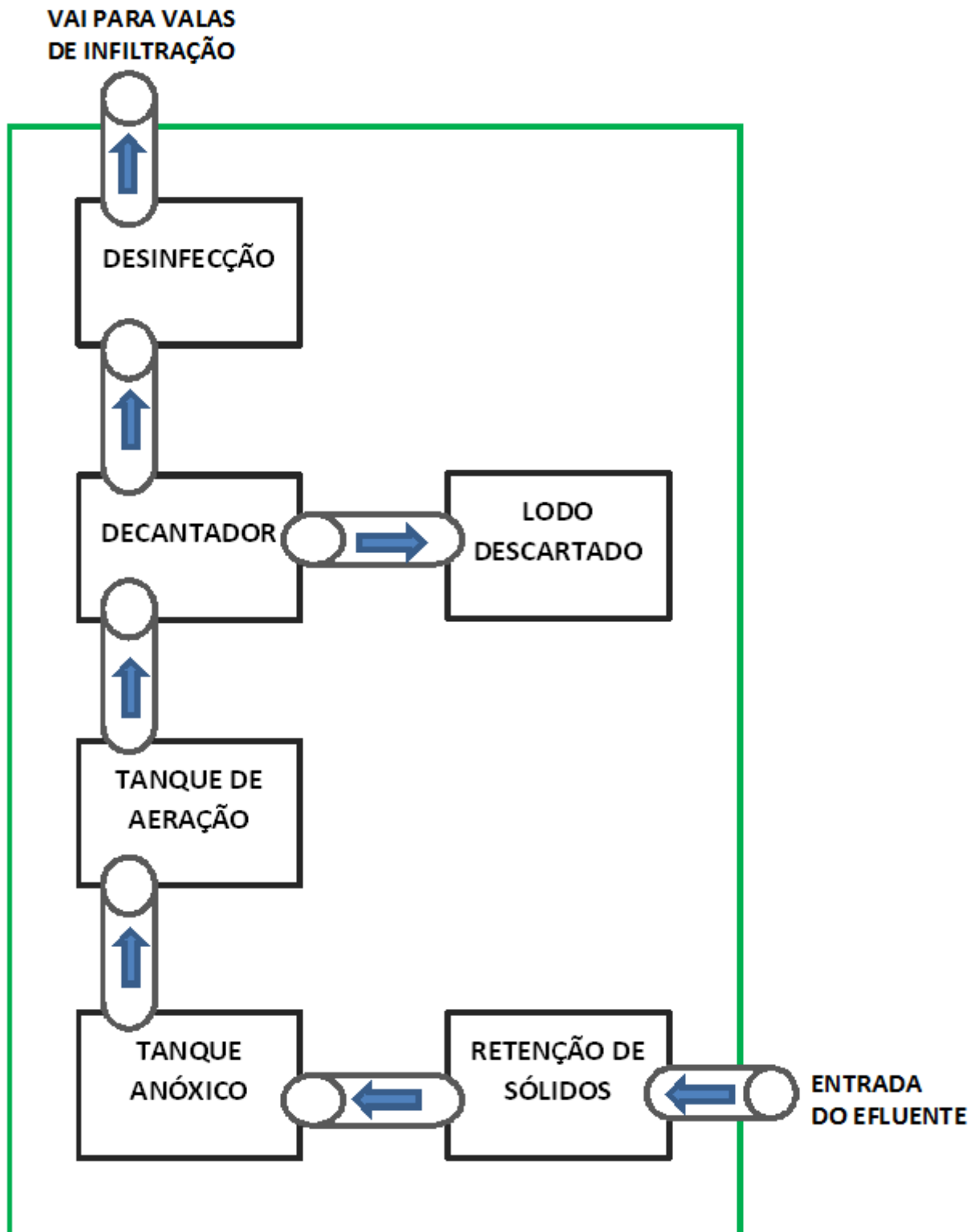
2.6 ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Nas Estações de Tratamento de Esgoto, o princípio fundamental do processo de lodo ativado consiste na necessidade da concentração de biomassa no reator biológico via sedimentação do lodo ativado. A capacidade de sedimentação eficiente exige necessariamente uma boa formação de flocos do lodo (HOFFMANN, 2004).

De acordo com Marcos Sperling (1997), existem diversas configurações para o sistema de lodos ativados que estão relacionadas a diversos fatores, desde as características do lodo, do corpo receptor, demanda populacional, entre outros.

Na figura 15 é demonstrado um diagrama de uma ETE tipo lodo ativado por gravidade onde não se faz necessário o uso de bombas. Nesse caso poderia instalado um bomba de aeração no tanque de aeração para ajudar no tratamento dos efluentes e diminuição do odor no local da estação.

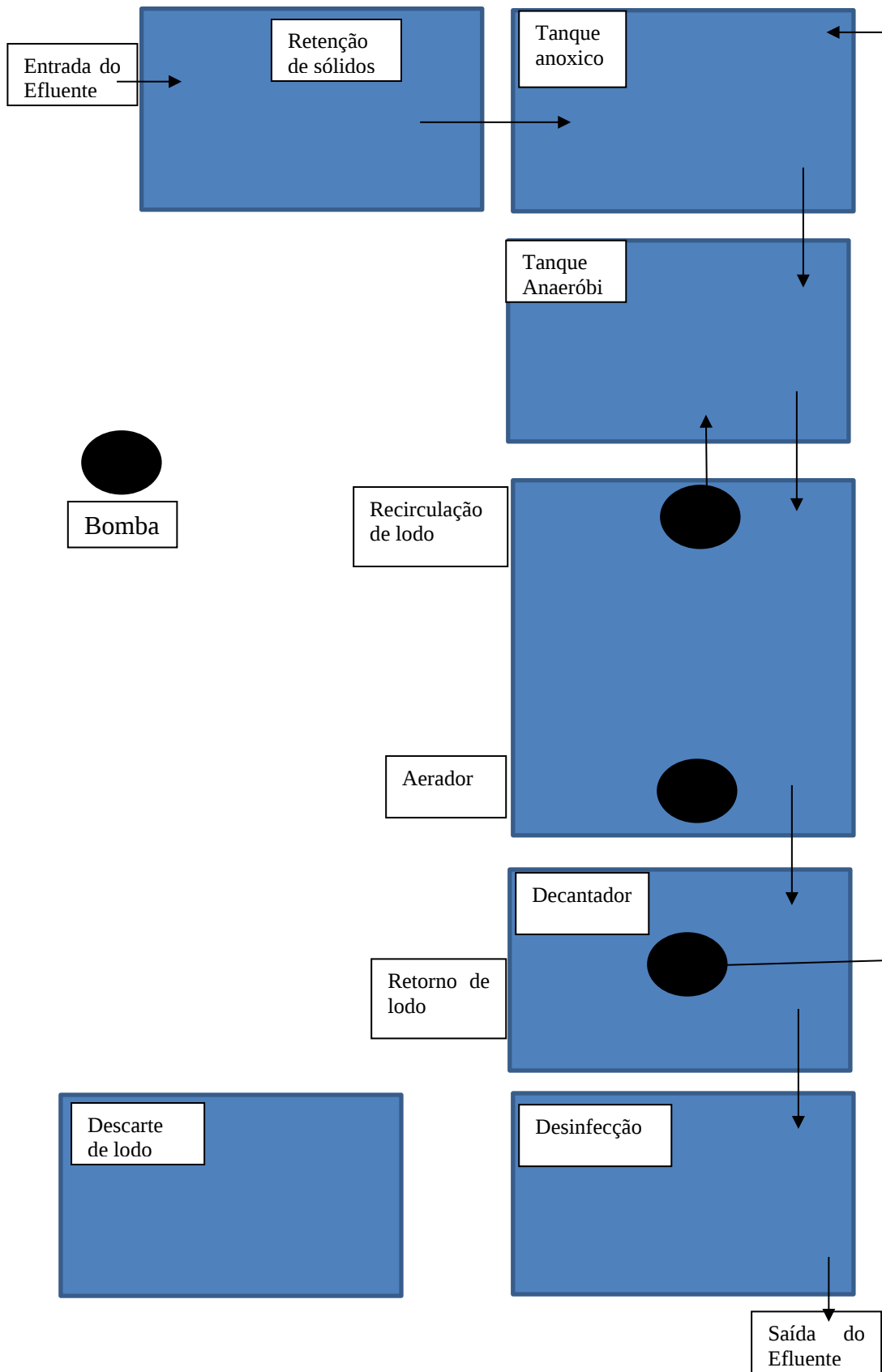
Figura 15 – Diagrama de uma ETE tipo lodo ativado por gravidade



Fonte: O autor, 2022.

Em seguida, na figura 16 pode-se ver um diagrama de ETE tipo lodo ativado com o uso de bombas elétricas, nesse sistema também o uso de bomba para retorno do lodo, no tanque de decantação.

Figura 16 – Diagrama de uma ETE tipo lodo ativado com bombas elétricas



Fonte: O autor, 2022.

As bombas utilizadas no tanque de elevatória são geralmente instaladas na entrada e na saída da ETE com o objetivo empurrar o efluente bruto para ser tratado na estação e no final do tratamento empurrar o efluente tratado até a rede pluvial ou local adequado de descarte.

Figura 17 – ETE tipo lodo ativado



Fonte: O autor, 2022.

A seguir na figura 18 veremos um tanque de elevatória com duas bombas instaladas. A ideia de instalar duas bombas no tanque é devido ao risco de transbordamento do tanque, quando uma bomba estragar automaticamente a segunda bomba é acionado, sem contar o benefício de poder mandar uma bomba para manutenção enquanto a outra continua operando na estação.

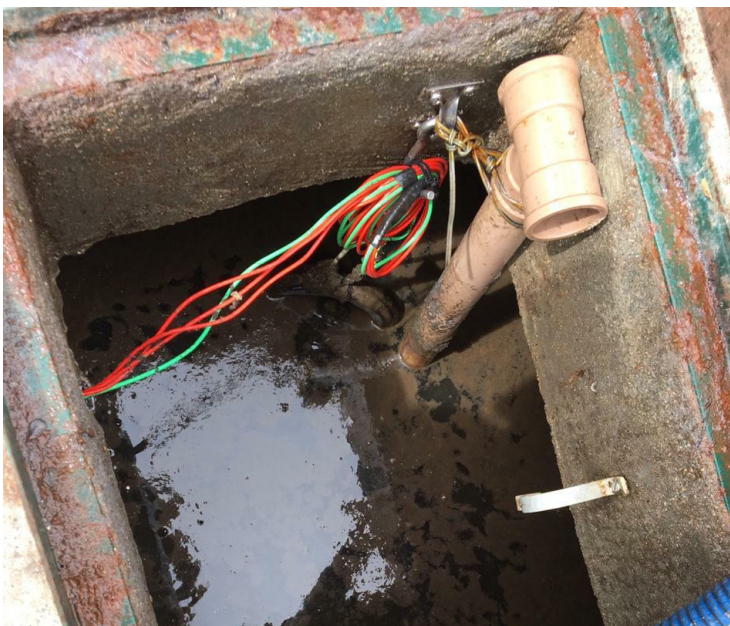
Figura 18 – Tanque de elevatória



Fonte: O autor, 2022.

Na figura 19 será visto um tanque de aeração com a bomba instalada, nota-se que o encanamento é aberto na ponta para que a bomba possa sugar o ar.

Figura 19 – Tanque de aeração



Fonte: O autor, 2022.

O aerador é um equipamento eletromecânico que tem a função de oxigenar o esgoto, com o objetivo de estimular o desenvolvimento da biota aeróbia. Na presença o oxigênio, as bactérias aeróbias alteram bioquimicamente a matéria orgânica, convertendo-a em moléculas mais simples, como CO_2 , H_2O e outros substratos.

Com o desenvolvimento da biota no reator, começa a ocorrer a aglutinação das bactérias, formando os flocos. A formação dos flocos é fundamental para que seja possível separar a fase sólida da líquida. (LOGICAMBIENTAL, 2020).

A seguir na figura 20 veremos o tanque de recirculação de lodo. Esta bomba geralmente é instalada próximo ao fundo do tanque.

Figura 20 – Tanque de recirculação de lodo



Fonte: O autor, 2022.

A formação de flocos pode ser afetada de forma negativa por diversos fatores: composição unilateral de esgoto bruto (p.ex. falta nutrientes), substâncias tóxicas (p.ex. cloro), falta de oxigênio nas fases de aeração, quedas de pH, formação de espumas ou lodo intumescido. (HOFFMANN, 2004).

O lodo vai perdendo sua capacidade de decomposição com o tempo, devido ao processo de estabilização. Por isso, é importante definir o período ideal para que o

lodo possa ser recirculado, para que não haja perda na eficiência da remoção da matéria orgânica.

Quando a idade do lodo atinge os limites do projeto, deve ser retirado do sistema para tratamento posterior e destinação final da fase sólida (LOGICAMBIENTAL, 2020).

2.7 BOMBAS DA ETE

As bombas utilizadas para efluentes, lodos, fluidos contaminados com abrasivos, todos muito comuns nas ETEs, apresentam normalmente carcaças mais espessas em ferro fundido ou em ligas mais resistentes à abrasão, corrosão, ou em ambas (FARRUGIA, 2014).

“As peças das bombas para fluidos ‘limpos’ são muito finas e mais leves, simplesmente porque não serão expostas a fluidos agressivos” (FARRUGIA, 2014, pg. 1).

Na ETEs as bombas são geralmente submersas conforme pode ser visto nas figuras 21 e 22 a seguir, mas em alguns casos também é comum utilizar bombas externas, conforme é demonstrado na figura 23. Ambas vão exercer a mesma função, mas normalmente a escolha fica atrelada ao equipamento que melhor se encaixa para atender a necessidade do projeto. Em alguns casos pode-se utilizar o mesmo modelo de bomba para realizar diferentes funções, a diferença na instalação será na parte do encanamento que acompanha a bomba.

Figura 21 – Bomba para recirculação de lodo



Fonte: O autor, 2022.

Figura 22 – Bomba para elevatória



Fonte: O autor, 2022.

Com o avanço da tecnologia, são cada vez maiores as ofertas no mercado de soluções e peças para Estações de Tratamento de Água (ETA) e Estações de Tratamento de Esgoto (ETE). Um bom exemplo é o caso das bombas, as quais possuem inúmeras especificações e aplicações, o que pode gerar dúvidas na hora da compra e implantação do produto.

O primeiro passo para a escolha ideal de uma bomba é pensar no trabalho que ela desenvolverá e nas características do fluido que transportará, já que ETEs e ETAs possuem funções diferentes.

De maneira resumida, pode-se afirmar que a ETA capta a água dos rios e represas e trata para torná-la potável. Já a ETE é uma infraestrutura que trata as águas residuais de origem doméstica e/ou industrial, comumente chamadas de esgotos sanitários ou despejos industriais, para depois serem escoadas para o mar ou rio. Nessas estações, o processo é muito mais trabalhoso e passa por várias etapas devido à alta contaminação do líquido por agentes químicos (FARRUGIA, 2014).

Figura 23 – Sistema com bombas de aeração e retorno de lodo



Fonte: O autor, 2022.

A potência das bombas utilizada nesse tipo de ETE, normalmente é de 1 cv até 4cv, sendo que em grande parte das estações, a bomba de 1 cv é uma das mais utilizadas.

Em relação ao tempo de vida das bombas, é praticamente impossível defini-lo exatamente. Em média, pode-se dizer que as bombas aplicadas em ETAs podem ter uma vida útil de até 30 anos, já as bombas aplicadas em ETes variam de 5 a 20 anos, dependendo da aplicação (FARRUGIA, 2014).

Figura 24 – Informações técnicas de bomba submersa FAMAC 3,0 cv

Campo de operação	Descrição e aplicações		
- Pressão máxima: 31 mca - Vazão máxima: 68,8 m³/h	Bombas submersíveis da linha FBS-NG projetadas para bombear fluidos como água limpa, águas servidas, esgoto leve ou bruto, despejos industriais com sólidos de até 50mm. Construídas em ferro fundido, são bombas robustas, resistentes a golpes e à abrasão em aplicações exigentes. Equipadas com rotor VORTEX nas versões 250-300 e SEMIABERTO nas demais, alcançam desempenho excelente, mesmo na presença de sólidos em suspensão. As versões 400 a 900 estão protegidas por triplo sistema de vedação, intercalados por câmara de óleo. As versões monofásicas, com capacitor interno, facilitam a instalação sem quadro de controle externo.		
Limites de operação	Acessórios		
- Profundidade máxima de submersão: 20 m - Temperatura máxima do líquido: 40°C - pH: 5 a 9 - Proporção sólidos em suspensão: Máx 10% - Passagem de sólidos: - até 20 mm para FBS-NG-250-300 - até 25 mm para FBS-NG-400-500-600 - até 50 mm para FBS-NG-700-800-900 - Número máximo de partidas por hora: 10	- Adaptador recalque 3" - Pedestal de içamento - Controle eletrônico FEM-C (Famac Electronic Monitoring – Compact)		
Garantia	Opcionais		
12 meses para defeitos de fabricação	- Chave boia (F) nas versões monofásicas 250F e 300F - Sensor de umidade (SU) para versões 400 a 900 (obrigatório a instalação do acessório FEM-C) - Selo mecânico especial - Rosca BSP/NPT 50Hz - Outras voltagens (sob consulta)		
Certificação			
Certificação CE disponível sob consulta: <table> <tr> <td> EC-Guidelines: - Machines (2006/42/CE) - Low Voltage (2014/35/UE) - EMC (2014/35/EC) - RoHS (2011/65/EC) </td><td> Applied harmonized standards - EN ISO 12100, EN 809 - EN 60335; EN 60335-2-41 - EN 55014-1, EN 55014-2, - EN 61000-3-2, EN 61000-3-3 - EN 50581 </td></tr> </table>	EC-Guidelines: - Machines (2006/42/CE) - Low Voltage (2014/35/UE) - EMC (2014/35/EC) - RoHS (2011/65/EC)	Applied harmonized standards - EN ISO 12100, EN 809 - EN 60335; EN 60335-2-41 - EN 55014-1, EN 55014-2, - EN 61000-3-2, EN 61000-3-3 - EN 50581	
EC-Guidelines: - Machines (2006/42/CE) - Low Voltage (2014/35/UE) - EMC (2014/35/EC) - RoHS (2011/65/EC)	Applied harmonized standards - EN ISO 12100, EN 809 - EN 60335; EN 60335-2-41 - EN 55014-1, EN 55014-2, - EN 61000-3-2, EN 61000-3-3 - EN 50581		
			

Fonte: FAMAC, 2022.

3 METODOLOGIA

Segundo Yin (2001), o estudo de caso representa uma investigação empírica e compreende um método abrangente, com a lógica do planejamento, da coleta e da análise de dados. Pode incluir tanto estudos de caso único quanto de múltiplos, assim como abordagens quantitativas e qualitativas de pesquisa.

Na posição de Lüdke e André (1986), o estudo de caso como estratégia de pesquisa é o estudo de um caso, simples e específico ou complexo e abstrato e deve ser sempre bem delimitado. Pode ser semelhante a outros, mas é também distinto, pois tem um interesse próprio, único, particular e representa um potencial na educação. Destacam em seus estudos

as características de casos naturalísticos, ricos em dados descritivos, com um plano aberto e flexível que focaliza a realidade de modo complexo e contextualizado.

Tendo em conta as posições dos autores apresentados, o trabalho aqui apresentado traz um estudo de caso bem definido e delimitado, mas não de forma única, pois a solução aqui proposta pode atender de forma mais abrangente diversos casos que tenham um padrão semelhante.

3.1 TIPO DE PESQUISA

A pesquisa será descritiva e também explicativa, pois, segundo Triviños (1987), a pesquisa descritiva exige do investigador uma série de informações sobre o que deseja pesquisar. Esse tipo de estudo pretende descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade.

São exemplos de pesquisa descritiva: estudos de caso, análise documental, pesquisa ex-post-facto.

Segundo Gil (2007, p. 43), uma pesquisa explicativa pode ser a continuação de outra descritiva, posto que a identificação de fatores que determinam um fenômeno exige que este esteja suficientemente descrito e detalhado.

A pesquisa explicativa preocupa-se em identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos (GIL, 2007). Ou seja, este tipo de pesquisa explica o porquê das coisas através dos resultados oferecidos.

3.2 COLETAS DE DADOS

Para realização da pesquisa, serão utilizados documentos oficiais, bem como livros técnicos e especializados no tema, teses, dissertações e artigos científicos provenientes de bases de dados eletrônicas, como Periódicos Capes, o portal Google Acadêmico (Scholar Google), e Sites de empresas especializadas na área;

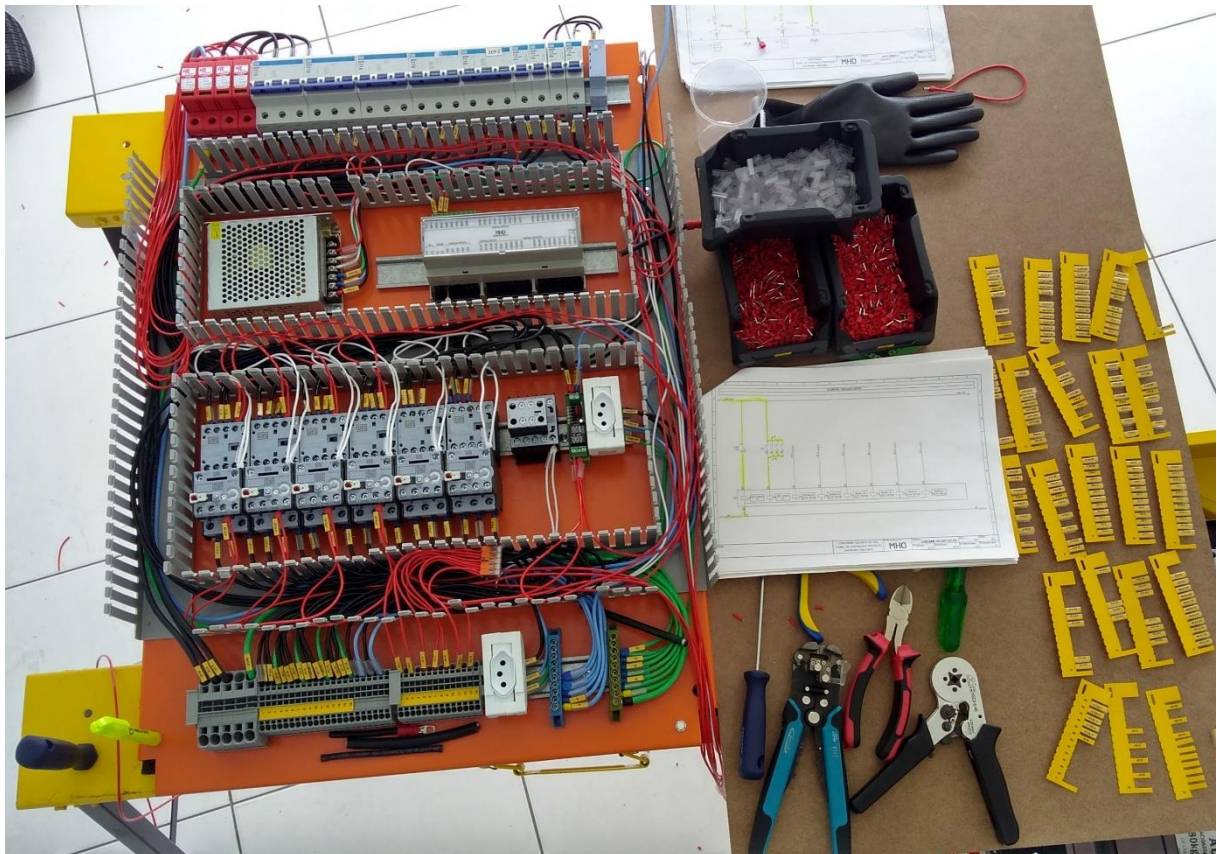
4 DESENVOLVIMENTO

O processo de montagem e instalação de painéis elétricos de comando possui várias etapas, iniciando-se com a leitura do projeto, onde consta a lista de materiais, diagrama de montagem dos dispositivos no quadro, assim como todas as ligações elétricas de potência e comando necessárias para operação do painel.

4.1 MONTAGEM DE PAINÉIS DE COMANDOS ELÉTRICOS

4.1.1 PRIMEIRA ETAPA DE MONTAGEM

Figura 25 – Primeira etapa da montagem



Fonte: O autor, 2022.

A figura 25 ilustra a primeira etapa quase concluída da montagem do painel, sendo feito primeiramente a separação de todos os materiais necessários e em seguida a instalação dos trilhos de metal e as calhas de plástico. A fiação preta, azul e verde representam as ligações elétricas de potência e são as primeiras a serem feitas, já a fiação vermelha e branca representam as ligações de comandos elétricos. Todos os cabos são devidamente identificados

com etiquetas em cada conexão, mostrando o nome do dispositivo e o contato ao qual o fio está conectado.

Quem trabalha com redes elétricas sabe que é imprescindível diferenciar a função de cada fio ou cabo, de modo a preservar a própria segurança e o bom funcionamento da rede. Aqui no Brasil, a norma NBR 5410 determina as cores dos revestimentos de acordo com a função do condutor:

- Azul claro: para condutores neutros com isolação;
- Verde ou verde com amarelo: para condutores de proteção (popularmente conhecidos como “fio terra”);
- Vermelho, preto ou marrom: para condutores fase.

O técnico responsável pela montagem do painel elétrico de comando deve ter muita atenção principalmente no processo de distribuição da fiação elétrica, pois devido à complexidade do projeto, podem ocorrer erros por parte do projetista e cabe ao técnico encontrar, corrigir e avisar ao projetista para fazer a devida alteração no projeto.

4.1.2 SEGUNDA ETAPA DE MONTAGEM

Na etapa seguinte, conforme é ilustrado na figura 26 são instalados todos os componentes na porta do quadro devidamente apertados para não se mexer e para conectar os dispositivos da porta do quadro, é deixada uma fiação de espera na etapa anterior, sendo medida a maior distância percorrida e cortado todos os fios com esse mesmo tamanho para economizar tempo.

Figura 26 – Dispositivos na porta do quadro

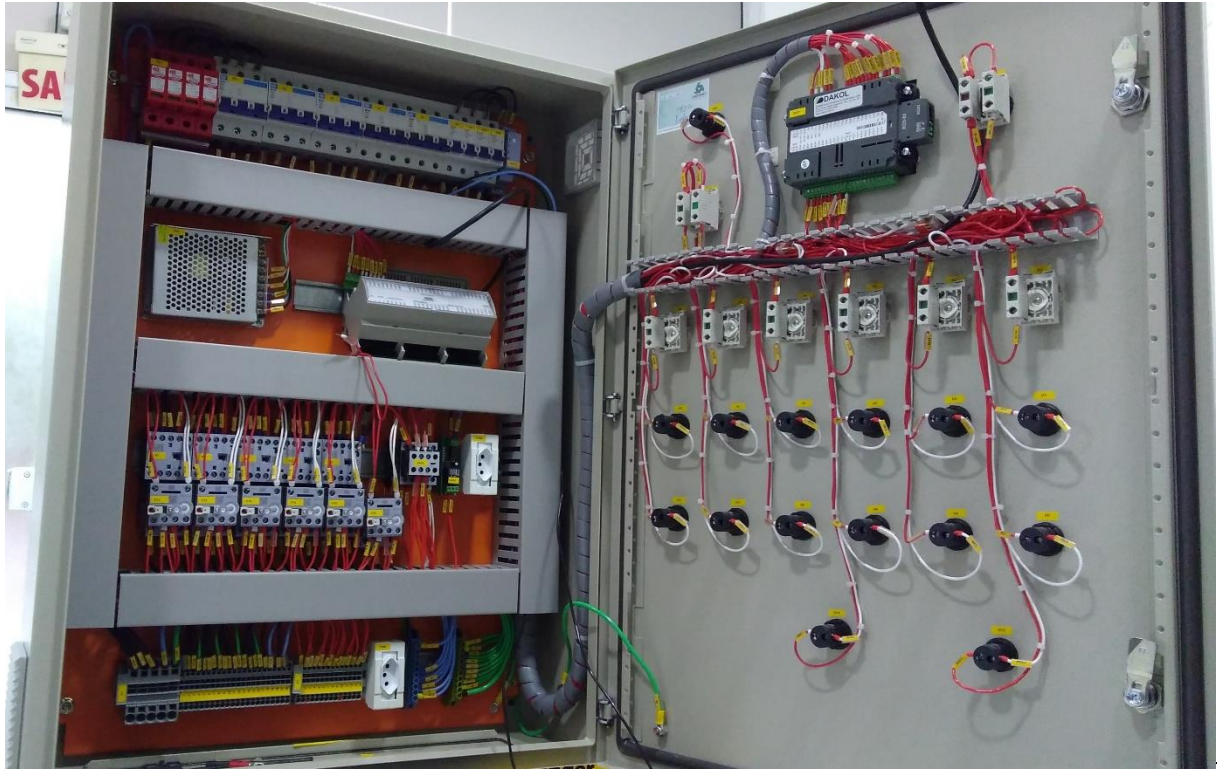


Fonte: O autor, 2022.

4.1.3 TERCEIRA ETAPA DE MONTAGEM

Na terceira etapa, a placa de montagem é fixada dentro do quadro e a fiação de espera é levada até a porta com um organizador de fio, sendo organizada dentro de uma calha colada na parte de dentro da porta e conectada aos seus respectivos dispositivos.

Figura 27 – Montagem no interior do quadro



Fonte: O autor, 2022.

4.1.4 QUARTA ETAPA DE MONTAGEM

A quarta e última etapa de montagem é quando são finalizados os últimos detalhes, como a conexão do fio terra na carcaça do quadro, instalação do dispositivo fim de curso para acionar uma lâmpada assim que abrir a porta e fechamento das calhas com tampa para cobrir a fiação. Nesta etapa, também serão realizados alguns testes para verificar se todos os processos de montagem foram feitos corretamente, começando com o teste de continuidade feito com um multímetro, para confirmar se todas as conexões de fios do projeto foram feitas corretamente, evitando assim possíveis curtos, queima de componentes ou funcionamento indesejado. Outro teste muito comum é o teste de acionamento, feito primeiramente sem carga, onde o painel é energizado e em seguida são testados os comandos por acionamento manual e automático, durante o teste também é utilizado um multímetro para confirmar se as medidas elétricas do painel estão corretas.

4.2 INSTALAÇÃO DE PAINÉIS DE COMANDOS ELÉTRICOS

O processo de instalação começa com a fixação do painel na parede, e em seguida, a fiação conectada nas cargas que serão operadas pelo painel, assim como a fiação dos dispositivos externos como sensores ou boias de nível e a própria fiação de alimentação para energizar o painel serão conectadas nos seus respectivos bornes.

Na figura 28 podemos ver um painel elétrico de comando sendo instalado.

Figura 28 – Instalação do painel



Fonte: O autor, 2022.

Segundo o regulamento da NR 12 que estabelece os requisitos mínimos para quadros elétricos, temos:

- a) Possuir porta de acesso, mantida permanentemente fechada;
- b) Possuir sinalização quanto ao perigo de choque elétrico e restrição de acesso por pessoas não autorizadas;
- c) Ser mantidos em bom estado de conservação, limpos e livres de objetos e ferramentas;
- d) Possuir proteção e identificação dos circuitos;
- e) Atender ao grau de proteção adequado em função do ambiente de uso;

Depois de finalizada a instalação do painel, é realizado um novo teste de acionamento com todas as cargas conectadas, observando o funcionamento das cargas e a execução da automação com o auxílio de um multímetro.

4.3 FUNCIONAMENTO DA ETE COM PAINEL DE COMANDO ELÉTRICO

Em uma ETE do tipo lodo ativado o efluente passa por diversas etapas até que possa estar totalmente tratado e algumas dessas etapas geralmente são realizadas com o auxílio de bombas de acionamento elétrico, tais como: bomba de elevatória de entrada e saída, bomba de aeração e bomba de recirculação de lodo, as quais serão o foco da abordagem desde trabalho.

A seguir será descrito o funcionamento dessas bombas na ETE:

- Bomba de elevatória

No tanque onde ficam as bombas, geralmente é instalada uma boia elétrica ou sensor de nível, pois quando o nível do efluente alcança o ponto desejado, a boia ou o sensor manda um sinal elétrico para o painel acionar o contator que liga a bomba de elevatória, assim que o efluente retorna ao nível mínimo desejado, a boia ou o sensor param de mandar sinal para o painel que abre o contato do contator e desliga a bomba.

- Bomba de aeração

A operação da bomba de aeração fica atrelada ao tempo programado no timer, que liga e desliga a bomba de acordo com a programação feita.

É utilizada para injeção de oxigênio no tanque, este processo auxilia no tratamento dos efluentes, pois ajuda a manter a vida microbiana que faz o processo de decomposição da matéria orgânica.

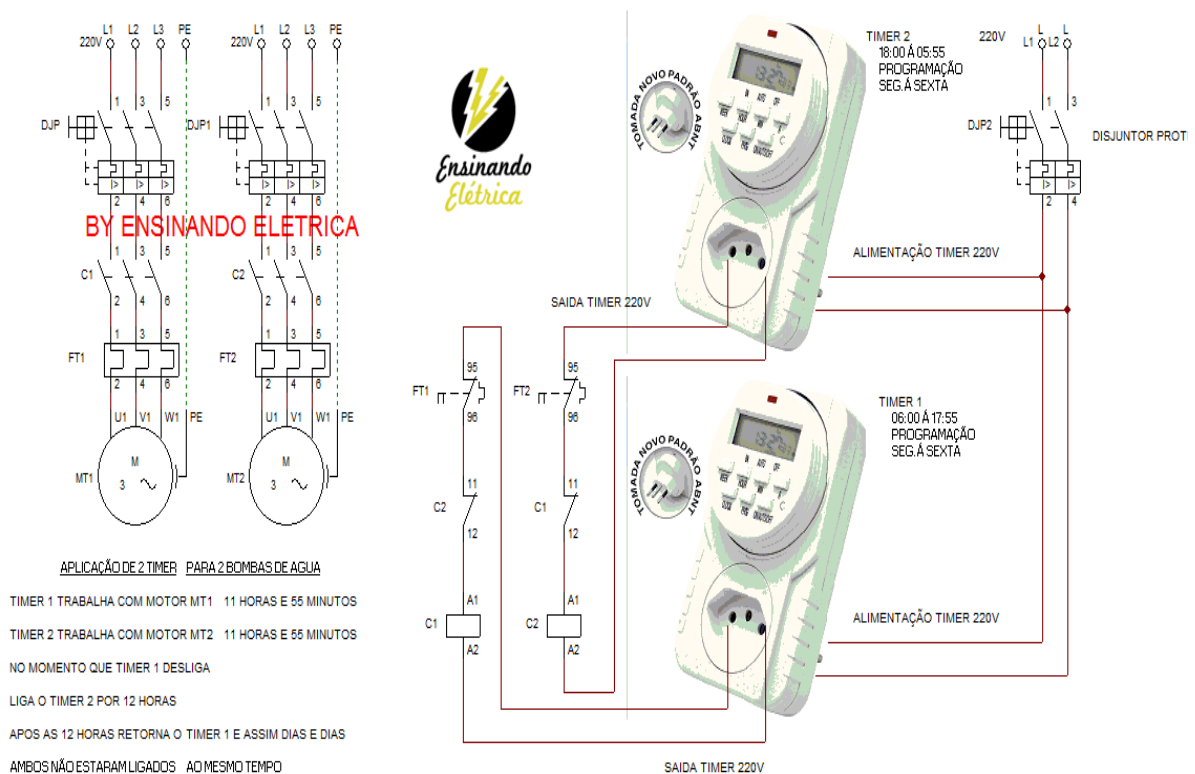
- Bomba de recirculação de lodo

A operação da bomba de recirculação de lodo também fica atrelada ao tempo programado no timer, que liga e desliga a bomba de acordo com a programação feita.

A bomba de recirculação de lodo também serve para auxiliar no processo de tratamento dos efluentes, pois a função de recircular o lodo acumulado na estação, ajuda a manter os parâmetros biológicos ideais para obter a maior eficiência no tratamento.

O acionamento de bombas através de um timer pode ser feito diretamente quando a carga tiver uma potência baixa, ou como é mais comum, através de um contator que liga e desliga a bomba quando o timer manda um sinal elétrico para fechar ou abrir seus contatos.

Figura 29 – Diagrama elétrico para o acionamento de bombas por timer



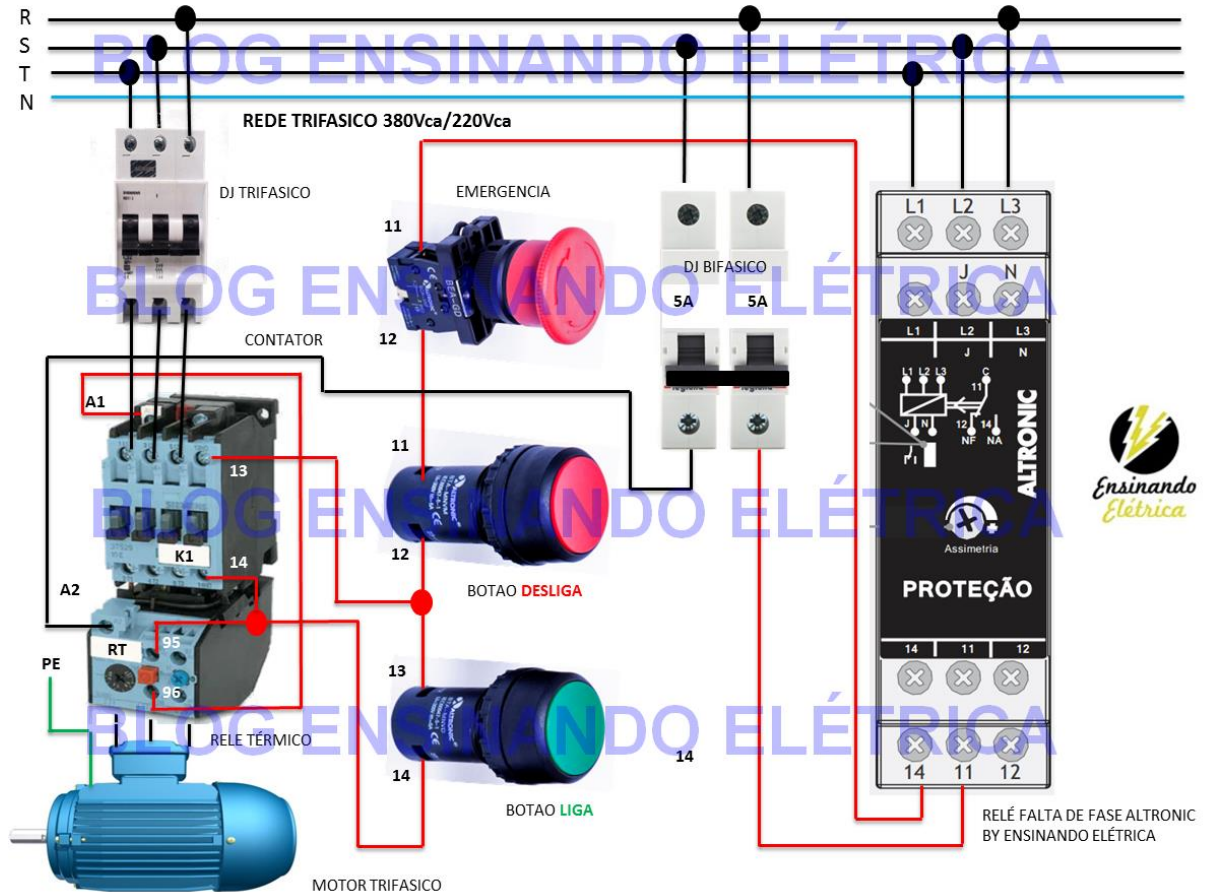
Fonte: Ensinando elétrica, 2022.

Na figura 29 é demonstrado o diagrama elétrico para o acionamento de duas bombas através de dois timer, tendo à esquerda a representação do diagrama elétrico de força com a legenda DJP para disjuntor, C para contator, FT para relé térmico e MT para bomba, logo à direita é representado o diagrama elétrico de comando, demonstrando a alimentação dos dois timer na rede 220V e a ligação elétrica deles aos contatos auxiliares 95 e 96 do relé térmico, para que o relé possa monitorar e atuar quando necessário, abrindo o contato e cortando a energia que alimenta a bobina no terminal A1 do contator, também pode-se ver a ligação aos contatos auxiliares 11 e 12 NF (normalmente fechado) dos contatores C1 e C2 que garantem que as bombas não trabalhem em conjunto, sendo colocado um contato NF de C2 em série no acionamento da bobina de C1 e um contato NF de C1 em série no acionamento da bobina de C2, sabendo que quando um contator é energizado seus contatos auxiliares mudam de posição passando de NF (normalmente fechado) para NA (normalmente aberto). No terminal A2 da bobina dos contatores é conectado a fiação de neutro.

A ideia de instalar duas bombas operando por cerca de 12 horas diárias cada uma, tem o intuito de diminuir o desgaste das bombas e facilitar o processo de manutenção sem interromper o processo de tratamento dos efluentes, podendo deixar uma bomba em operação

enquanto é feito a manutenção na outra e caso for necessário mais 12 horas para a realizar a manutenção de uma bomba, pode ser feito um ajuste na programação do timer fazendo a bomba em operação trabalhar por até 24 horas diárias.

Figura 30 – Diagrama elétrico para partida direta do motor com relé falta de fase



Fonte: Ensinando elétrica, 2022.

Na figura 30 temos um diagrama elétrico muito semelhante ao diagrama elétrico da figura 9, com a diferença de ter um botão específico para desligar a bomba, além do botão de emergência, assim como também conta com a proteção de um relé falta de fase que monitora a entrada das três fases no sistema trifásico e desabilita a energia do sistema de comando caso apresente algumas falha na entrada de energia, como a falta de uma fase ou mesmo a inversão na posição das fases. O relé falta de fase tem um contato NF e um contato NA, pois quando o relé identifica uma falha ele troca o contato, abrindo a chave e desligando a energia do circuito de comando.

5 CONCLUSÃO

Neste trabalho, foi visto como é o processo de montagem e a funcionalidade de um painel de comandos elétricos aplicado a uma ETE (Estação de tratamento de esgoto) do tipo lodo ativado, ficando evidente a melhoria na eficiência do tratamento, otimização do tempo e diminuição dos riscos com a operação, pois devido à automatização criada para o acionamento das bombas, acompanhado da sinalização de operação do painel, assim como também componentes de proteção e aterramento para preservar os equipamentos e as vidas humanas que vão circular próximo, todo sistema se torna muito confiável e eficiente, operando sempre de acordo com um tempo programado ou um nível estabelecido no tanque.

Além dos sinalizadores visuais e sonoros contidos no painel, utilizados para demonstrar o status de operação das bombas e alertar sobre falhas nos equipamentos ou alguma situação indesejada na estação, pode ser adicionado ao painel um equipamento de telemetria, que possibilita o acompanhamento e a operação em tempo real do painel através de um aplicativo que pode funcionar até mesmo de um smartphone, tornando possível que mesmo a longa distância um técnico possa evitar um transbordamento de um tanque, corrigir uma falha ou em último caso, ir até o local para que corrigir o problema.

Com isso, pode-se concluir que o uso do painel de comandos elétricos para essa aplicação é uma opção muito recomendada, pois além de melhorar os parâmetros de análise do tratamento de efluentes, também oferece toda segurança que o sistema necessita.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, L. M. C. V. (2015). Quadros Elétricos Inteligentes-Smart Panels. Dissertação do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia, Departamento de Engenharia Eletrotécnica, 2015, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Portugal.

CITISYSTEMS. **Painel de Comando Elétrico explicado**. 2018. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/painel-de-comando/>. Acesso em: 20 abr. 2022.

ENSINANDO ELÉTRICA. **Como ligar 2 timer em horários diferentes**. 2016. Disponível em: <https://ensinandoeletrica.blogspot.com/2016/02/como-ligar-2-timer-em-horarios.html>. Acesso em: 06 nov. 2022.

ENSINANDO ELÉTRICA. **Diversos Diagramas de Comandos Elétricos e Outros**. 2013. Disponível em: https://4.bp.blogspot.com/-zUnZG8n3TuY/V3hvDPvSwyI/AAAAAAAAAEkA/FDCN-Gal5FEka8BdHKaUC_LVaz102G_LgCLcB/s1600/RELEEE.png. Acesso em: 06 nov. 2022.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

Gil AC. Como elaborar projetos e pesquisa. 3a ed. São Paulo: Atlas; 1995:58.

Hoffmann, H. (2004): Caracterização de Funcionamento de ETE's de tipo Lodo ativado via imagem microscópica – estudo na região de Grande Florianópolis. Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, XI SILUBESA, Natal (Brasil).

JC SIQUEIRA. **Esquema Força/Comando Partida Direta Motor Trifásico**. 2010. Disponível em: http://siqueiraeletrica.blogspot.com/2010/06/esquema-forcacomando-partida-direta_26.html. Acesso em: 10 mai. 2022.

LOGICAMBIENTAL. **Lodos Ativados**. 2020. Disponível em: <https://www.logicambiental.com.br/lodo-ativado/>. Acesso em: 07 nov. 2022.

LOJA ELÉTRICA. **Quadros de montagem**. 2022. Disponível em: <http://www.lojaeletrica.com.br/caixas-de-montagem,dept,5002.aspx>. Acesso em: 12 mai. 2022.

Lüdke M, André MEDA. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU;1986.

NOVA FORÇA. Qual é a Norma de Montagem de Painéis Elétricos. 2018. Disponível em: <http://nfeng.com.br/paineis-eletricos/qual-e-norma-de-montagem-de-paineis-eletricos/>. Acesso em: 20 mai. 2022.

NUNES, E. G. S. (2016). Prevenção contra Choque Elétrico em Edificações Prediais do Distrito Federal: Estudo Exploratório das Normas NR 10, NBR 5410 e NBR 5419. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Elétrica, Departamento de Engenharia Elétrica, 2016, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

TRIVIÑOS, A. N. S. Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

Yin R. Estudo de caso: planejamento e métodos. 2a ed. Porto Alegre: Bookman; 2001.

Exraven. **O que é classificação IP65, IP66, IP67?**. 2022. Disponível em: <https://aprovadeexplosao.com.br/index.php?route=product/category&path=101>. Acesso em: 05 dez. 2022.

Sala da Elétrica. **10 Partidas de motores que você precisa conhecer**. 2014. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5090238/mod_resource/content/1/10-partidas-de-motores-que-voce-precisa-conhecer-_Versao-1.01.pdf. Acesso em: 05 dez. 2022.