

CENTRO PAULA SOUZA
ETEC PHILADELPHO GOUVÊA NETTO
Técnico em Eletrotécnica

Curso Técnico em Eletrotécnica

Gabriel Vieira Fernandes
Guilherme Horacio Pan D' Arco
Leandro Sales de Souza
Felipe Silva Gouveia

ECORURAL

São José do Rio Preto
2024

Gabriel Vieira Fernandes
Guilherme Horacio Pan D' Arco
Leandro Sales de Souza
Felipe Silva Gouveia

ECORURAL

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso Técnico em
Eletrotécnica da Etec Philadelpho Gouvêa
Netto, orientado pelo Prof. Mario Kenji
Tamura, como requisito parcial para
obtenção do título de Técnico em
Eletrotécnica.

São José do Rio Preto

2024

Agradecimentos

Queremos expressar nossa mais profunda gratidão a todos que tornaram possível a conclusão deste trabalho de conclusão de curso. Em primeiro lugar, gostaríamos de agradecer aos nossos estimados professores, cuja orientação e conhecimento foram fundamentais para o desenvolvimento deste projeto. Seu apoio e dedicação foram verdadeiramente inspiradores.

Também gostaríamos de estender nossos agradecimentos a todos os colegas do curso de eletrotécnica, que compartilharam suas ideias e experiências conosco ao longo desta jornada acadêmica.

"Milhões de pessoas não têm acesso à água limpa. Eu quero chamar a atenção para o fato de que até mesmo pequenas ações cotidianas podem fazer a diferença e ajudar a preservar nossa água. Cada gota conta."
Matt Damon

Resumo

O acesso à água potável é essencial para a saúde e bem-estar das comunidades. Infelizmente, muitas áreas ainda enfrentam desafios significativos no fornecimento de água limpa e segura para consumo humano. Neste contexto, o presente trabalho propõe o desenvolvimento de um gerador de cloro alimentado por energia fotovoltaica, destinado ao tratamento de água em poços artesianos de comunidades carentes e rurais.

Palavras-chave: Água potável; gerador de cloro; energia fotovoltaica

Abstract

Access to clean drinking water is essential for the health and well-being of communities. Unfortunately, many areas still face significant challenges in providing clean and safe water for human consumption. In this context, the present work proposes the development of a chlorine generator powered by photovoltaic energy, aimed at treating water in artesian wells in needy and rural communities.

Keywords: Drinking water; chlorine generator; Photovoltaics

Lista de Figuras

- Figura 1** - Módulo Fotovoltaico
- Figura 2** - Inversor de Tensão
- Figura 3** - Fonte Retificadora
- Figura 4** - Célula Eletrolítica
- Figura 5** - Reservatório
- Figura 6** - Botão Duplo de Pulso Liga/Desliga
- Figura 7** - Disjuntor Bifásico/Bipolar
- Figura 8** - Diagrama Contator
- Figura 9** - Contatora
- Figura 10** - Relé Térmico
- Figura 11** - Temporizador Digital
- Figura 12** - Composição do Transformador
- Figura 13** - Diodo
- Figura 14** - Componentes para montagem
- Figura 15** - Fonte Retificadora e Materiais de instalação
- Figura 16** - Montagem
- Figura 17** - Módulo Fotovoltaico Canadian 455w
- Figura 18** - Inversor de Tensão
- Figura 19** - Instalação
- Figura 20** - Componentes instalado
- Figura 21** - Diagrama Elétrico Unifilar do Gerador de Cloro
- Figura 22** - Diagrama Elétrico Unifilar do Sistema Fotovoltaico
- Figura 23** - Orçamento de materiais

Sumário

1. Introdução	8
1.1 Tema	8
1.2 Objetivo	8
2. Fundamento Teórico	9
2.1 Módulo Fotovoltaico	9
2.2 Inversor de Tensão	9
2.3 Fonte Retificadora	10
2.4 Célula eletrolítica	11
2.5 Reservatório e sistema hidráulico	13
3. Desenvolvimento	13
3.1 Componentes do Projeto	13
3.1.1 Botão Duplo de Pulso Liga/Desliga	13
3.1.2 Disjuntor Bifásico	14
3.1.3 Contatora	15
3.1.4 Relé Térmico	17
3.1.5 Temporizador Digital	18
3.1.6 Transformador de Tensão	19
3.1.7 Diodo	20
3.2 Montagem e Instalação	21
3.3 Diagrama Elétrico Unifilar do Gerador de Cloro	28
3.4 Diagrama Elétrico Unifilar do Sistema Fotovoltaico	29
3.5 Orçamento do Material Utilizado	29
O orçamento utilizado dos materiais também constam com a mão de obra calculada de nossos serviços.	29
4. Conclusão	30

1. Introdução

A energia solar é uma fonte alternativa, renovável e sustentável de energia que provém da radiação eletromagnética (luz e calor) emanada diariamente pelo sol. Essa energia pode ser utilizada por diferentes tecnologias, como aquecedores solares, painéis fotovoltaicos e usinas heliotérmicas (ou termossolares).

Hoje em dia, o conceito de energia solar é comumente associado à geração limpa de eletricidade pelos painéis de energia fotovoltaica (painéis fotovoltaicos), que transformam a luz do Sol diretamente em energia elétrica.

Na energia solar fotovoltaica, quando as partículas de energia da luz do Sol (fótons) incidem sobre os painéis solares, ocorre a geração de uma corrente elétrica que pode ser direcionada e utilizada para alimentar residências, empresas e indústrias, tanto na cidade quanto em áreas rurais.

O Gerador de hipoclorito de sódio (cloro) ajuda a resolver problemas ligados a acessibilidade de cloro em locais afastados dos grandes centros urbanos, atendimento a normas de qualidade e sanitárias Dificuldade de diluição, manuseio e dosagem de cloro granulado ou pastilhas.

1.1 Tema

Sistema de Tratamento de Água alimentada por energia solar.

1.2 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo realizar um gerador de cloro alimentada por um módulo fotovoltaico a partir de um esquema de ligação definida para atender produtores rurais nos segmentos de hortifrúti, criadores de bovinos, suínos, aves e limpeza no geral, para o acesso de uma água potável com uma fonte renovável.

2. Fundamento Teórico

2.1 Módulo Fotovoltaico

O módulo fotovoltaico, chamado popularmente de painel solar, é a “ teia de aranha ” que captura a energia solar para iniciar o processo da sua transformação em energia sustentável. O material semicondutor que o reveste (geralmente o silício, o elemento na base das células solares individuais) é sensível à luz e gera eletricidade quando é atingido pela radiação solar, graças ao fenômeno físico conhecido como efeito fotovoltaico.

Figura 1 - Módulo Fotovoltaico



Fonte: https://www.ecorienergiasolar.com.br/assets/uploads/5f055-canadian_solar-datasheet-hiku_cs3w-ms_v5.592_en.pdf

2.2 Inversor de Tensão

Um inversor de tensão é um dispositivo eletrônico que converte uma fonte de energia contínua em uma fonte de energia alternada, ou vice-versa. Ele é usado principalmente para converter a corrente contínua (CC), como a fornecida por baterias, em corrente alternada (CA), que é a forma de energia elétrica utilizada na maioria dos aparelhos e dispositivos elétricos convencionais.

Figura 2 – Inversor de tensão



Fonte: <https://www.mercadolivre.com.br/inversor-de-tenso-24v-para-220v-2000w-conversor-energia/p/MLB24084305>

2.3 Fonte Retificadora

Sistema de alimentação da célula eletrolítica acionamento de start manual, conta um tempo programado no timer ao realizar o ciclo de eletrólise desligamento automático com tempo de acordo com volume de produto no reservatório.

Figura 3 - Fonte Retificadora



Fonte: Autoria Própria

2.4 Célula eletrolítica

Material de titânio sendo polarizado com anodo e katodo alimentação Vcc responsável por quebrar a molécula da água e sal formando o hipoclorito de sódio.

Figura 4 - Célula Eletrolítica



Fonte: Autoria Própria

2.5 Reservatório e sistema hidráulico

Sistema que recebe água com adição de 3-4% de sal I, tendo uma concentração de 3% de salmoura para realizar eletrólise.

Figura 5 - Reservatório



Fonte: Autoria Própria

3. Desenvolvimento

Com o intuito para gerar o cloro, a máquina nossa produz 40 litros em oito horas de funcionamento do sol tem a capacidade de tratar 130 mil litros de água por dia, com residual de cloro a 2 ppm conforme a Anvisa determina.

Art. 32. É obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre ou 2 mg/L de cloro residual combinado ou de 0,2 mg/L de dióxido de cloro em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede) e nos pontos de consumo.

3.1 Componentes do Projeto

Foi utilizado no projeto os seguintes componentes:

1 botão duplo de pulso liga/desliga, 1 lâmpada led verde e vermelha 22mm, disjuntor bifásico 6A, contatora 10A 220v, rele térmico de 1,6 - 2,5A, temporizador digital 220v trilho dim, transformador de entrada 220v, diodo positivo 35A.

3.1.1 Botão Duplo de Pulso Liga/Desliga

O botão de comando duplo ligar (Verde) e desligar (Vermelho) é usado para máquinas, motores e outros equipamentos., quando o circuito é desligado e necessário o acionamento do botão para religar a máquina ou equipamento.

Figura 6 - Botão Duplo de Pulso Liga/Desliga



Fonte: <https://www.cetti.com.br/botao-liga-desliga-de-comando-duplo-por-pulso-com-retorno-e-iluminacao-led-branca-schneider-xa2ew7l3741m5>

3.1.2 Disjuntor Bifásico

O disjuntor bipolar, conhecido como disjuntor 220V ou como bifásico, é uma opção para circuitos e instalações elétricas e possuem dois condutores de fase sendo elas: fase bifásica 220V e fase neutra. Tem função de proteger a instalação elétrica quando tem uma sobrecarga, ou seja, um pico de energia ou curto-circuito. Ele é utilizado na maioria das casas de todo Brasil para ligar equipamentos de maior potência.

Figura 7 – Disjuntor Bifásico/Bipolar



Fonte: <https://loja.strahl.com/produtos-em-liquidacao/mini-disjuntores-padro-din/mini-disjuntor-bipolar-padro-din-100a-10ka-curva-c-strahl#:~:text=O%20disjuntor%20bipolar%2C%20conhecido%20como,de%20energia%20ou%20curto%20circuito.>

3.1.3 Contatora

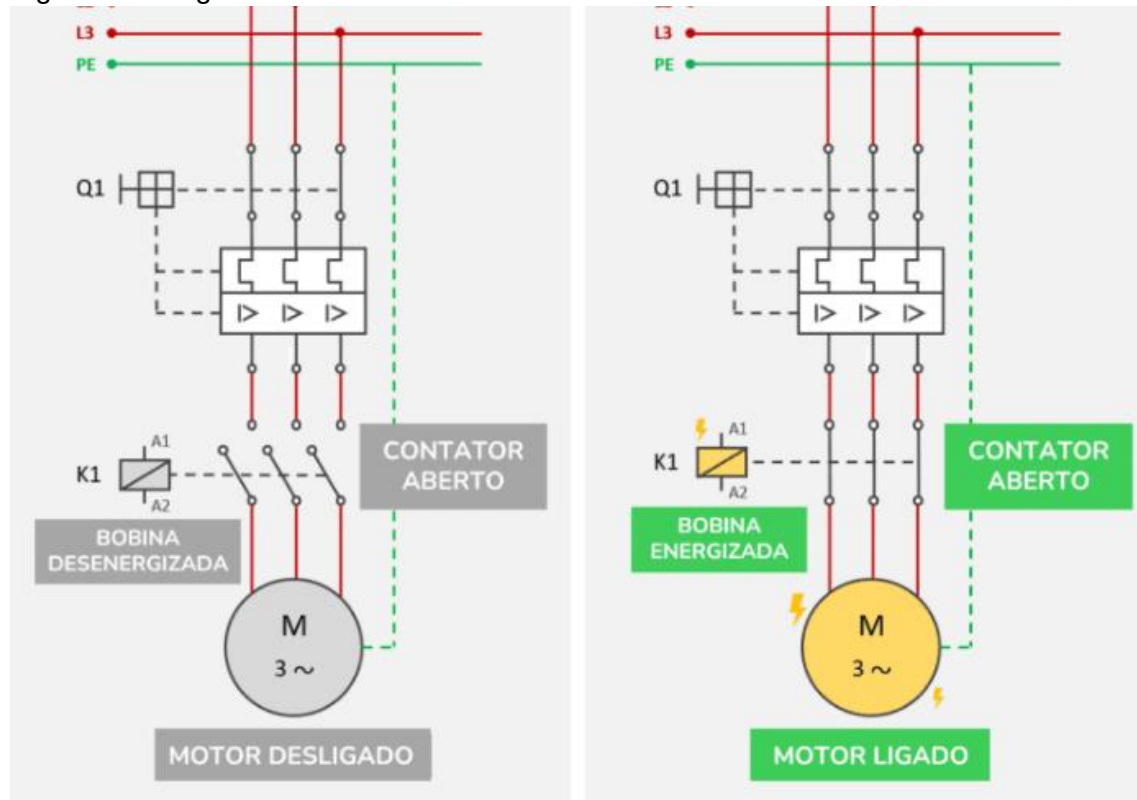
Os contatores (ou contadoras) são componentes eletromecânicos que têm como função seccionar (“abrir” ou “fechar”) um circuito em altas correntes, por isso, são essenciais em aplicações como automação industrial, controles de iluminação e sistemas de distribuição de energia.

Esses dispositivos, podem atuar tanto em sistemas monofásicos, como trifásicos, controlando o fluxo de energia no sistema mediante os comandos recebidos pelo operador ou sistema automático de acionamento.

O seccionamento em contadoras, ocorre quando seu eletroímã interno (bobina) é alimentada pelo circuito de comando do sistema, permitindo então que essa manobra seja realizada de maneira remota.

Dependendo do modelo, os contatores podem possuir contatos NA (Normalmente Abertos) ou NF (Normalmente Fechados), além de funções adicionais para complementar sua aplicação. A escolha entre esses modelos, dependerá das características e propósito do seu projeto.

Figura 8 – Diagrama Contator



Fonte: [https://blog.se.com/br/eletrica/2022/06/14/o-que-e-um-contator-e-qual-sua-funcao/#:~:text=Os%20contatores%20\(ou%20contadoras\)%20s%C3%A3o,sistemas%20de%20distribui%C3%A7%C3%A3o%20de%20energia.](https://blog.se.com/br/eletrica/2022/06/14/o-que-e-um-contator-e-qual-sua-funcao/#:~:text=Os%20contatores%20(ou%20contadoras)%20s%C3%A3o,sistemas%20de%20distribui%C3%A7%C3%A3o%20de%20energia.)

Figura 9 – Contatora



Fonte: <https://www.47eletrica.com.br/contator-tripolar-ic18-de-18a-com-1na-com-bobina-de-alimentacao-sibratrec-380-vca>

3.1.4 Relé Térmico

O Relé térmico é um dispositivo de proteção que é responsável por proteger os motores elétricos de possíveis anomalias. A mais comum é o sobreaquecimento do motor elétrico. Quando o motor trava o seu eixo ou está trabalhando com muita carga, ele solicita mais corrente da rede para tentar compensar o peso requerido, deste modo o motor acaba tendo que trabalhar com especificações que não se enquadram a ele. Assim pode haver danos em suas bobinas provocando aquecimento e até um provável derretimento de sua isolamento, ação que é capaz de fechar um possível curto-circuito interno. É no momento onde está ocorrendo o possível aquecimento que o relé entra em ação. Quando a esse sobreaquecimento as lâminas bimetálicas de coeficientes de temperatura diferentes, se aquecem , ocorrendo à deformação das laminas e fazendo com que ativem o relé, desarmando o circuito do motor, como também o circuito de comando através de seus contatos auxiliares. Este relé é um ótimo componente de proteção, pois após acionado, ele trava impedindo que o motor seja ligado novamente. Desta forma o motor só poderá ser ligado quando ocorrer uma ação manual de rearme. Veja abaixo as principais partes de um relé térmico.

Figura 10 – Relé Térmico



Fonte: <https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-um-rele-termico/>

3.1.5 Temporizador Digital

O Timer Digital para Trilho DIN 220V NA/NF - Rohdina é um dispositivo utilizado para controlar o acionamento e desligamento de equipamentos elétricos de forma programada e automatizada. Aqui está uma descrição desse tipo de timer:

Tensão de alimentação: O Timer Digital para Trilho DIN 220V NA/NF é projetado para operar em uma tensão de alimentação de 220V AC. Isso significa que ele pode ser conectado diretamente a uma fonte de energia elétrica nessa faixa de tensão.

Tipo de contato: Ele possui um contato NA/NF, o que significa que pode ser utilizado tanto para acionar um circuito elétrico (normalmente aberto - NA) quanto para desligar um circuito elétrico (normalmente fechado - NF). Isso proporciona flexibilidade no uso do timer para diferentes aplicações.

Montagem em trilho DIN: Esse timer é projetado para montagem em trilho DIN, que é um padrão comum em painéis elétricos. Essa forma de montagem facilita a instalação do timer em um painel elétrico de forma organizada e segura.

Display digital: O Timer Digital possui um display digital integrado que permite a programação e visualização dos parâmetros de tempo, como horas, minutos e segundos. Isso torna a configuração do timer mais conveniente e precisa.

Programação flexível: Ele oferece a capacidade de programar múltiplos eventos de acionamento e desligamento, permitindo que você defina os horários exatos em que deseja ligar ou desligar o equipamento conectado.

Configurações de tempo: O timer pode oferecer diferentes opções de configuração de tempo, como programação diária, semanal ou cíclica. Isso permite que você defina os dias da semana ou intervalos de tempo específicos nos quais deseja que o equipamento seja ligado ou desligado.

Funções adicionais: Dependendo do modelo específico, o timer pode oferecer funções adicionais, como temporização progressiva (fade-in) ou regressiva (fade-out), que permitem um controle suave de início e término do acionamento.

Aplicações: O Timer Digital para Trilho DIN 220V NA/NF - Rohdina pode ser utilizado em uma ampla variedade de aplicações, como controle de iluminação, acionamento de equipamentos elétricos em horários programados, automação de sistemas, entre outros.

Figura 11 – Temporizador Digital



Fonte: <https://www.lojaluzdomundo.com/timer-digital-para-trilho-din-220v-na-nf-rohdina#:~:text=O%20Timer%20Digital%20para%20Trilho,de%20forma%20programada%20e%20automatizada.>

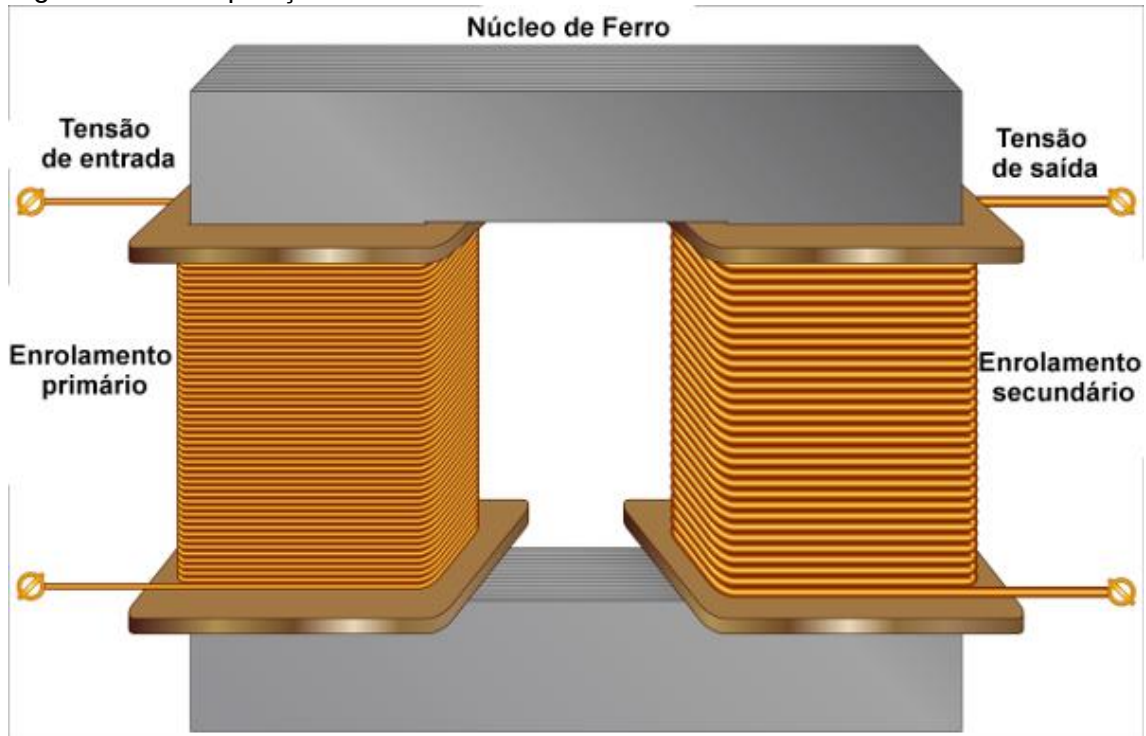
3.1.6 Transformador de Tensão

Os transformadores de tensão são dispositivos que aumentam ou diminuem determinado valor de tensão. O transformador é formado por um núcleo e por duas bobinas, onde o núcleo do transformador é feito de um material altamente imantável. As bobinas são chamadas de primária e secundária, elas são compostas por um número diferente de espiras isoladas eletricamente entre si. A bobina primária é a que recebe a tensão da rede, e a bobina secundária é a responsável pela saída da tensão transformada, ou seja, com um valor diferente.

Claro que existem mais componentes em um transformador de tensão como por exemplo, tanques principais e de expansão, acionamentos, buchas, termômetros, comutadores, painel de controle, radiadores e outros. Mas podemos chamar estes componentes de acessórios complementares.

Para operar dentro da faixa de tensão adequada e garantir a eficiência, o tipo de transformador precisa ser adequado para cada tensão. Caso você não saiba, a tensão elétrica pode ser dividida em baixa, média e alta tensão, então é indispensável realizar o dimensionamento correto do transformador.

Figura 12 – Composição do Transformador



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/transformadores.htm>

3.1.7 Diodo

Os diodos são componentes fabricados com materiais semicondutores na maioria dos casos de silício (Si). Há também diodos de germânio (Ge). Os diodos conduzem corrente elétrica apenas num único sentido, oferecendo uma altíssima resistência à sua circulação no sentido inverso. Portanto, para que o diodo conduza devemos POLARIZÁ-LO DIRETAMENTE, ou seja, aplicar uma tensão positiva ao anodo e negativa ao catodo.

Figura 13-Diodo



Fonte: <https://www.eletródex.net/semicondutores/diodos/rapidos/uf5400-uf5408-diodo-retificador-ultra-rapido-3a>

3.2 Montagem e Instalação

Figura 14 – Componentes para montagem



Fonte: Autoria própria

Figura 15 - Fonte Retificadora e Materiais de instalação



Fonte: Autoria própria

Figura 16 – Montagem



Fonte: Autoria Própria

Figura 17 – Módulo Fotovoltaico Canadian 455w



Fonte: Autoria Própria

Figura 18 – Inversor de tensão



Fonte: Autoria Própria

Figura 19 – Instalação



Fonte: Autoria Própria

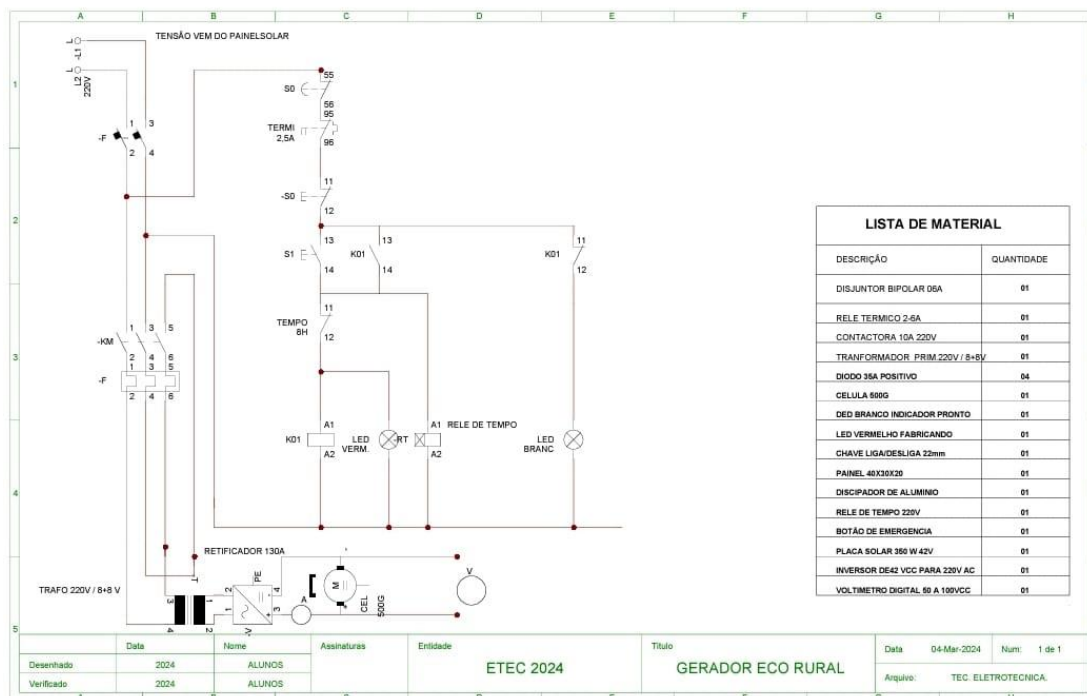
Figura 20 – Componentes instalado



Fonte: Autoria Própria

3.3 Diagrama Elétrico Unifilar do Gerador de Cloro

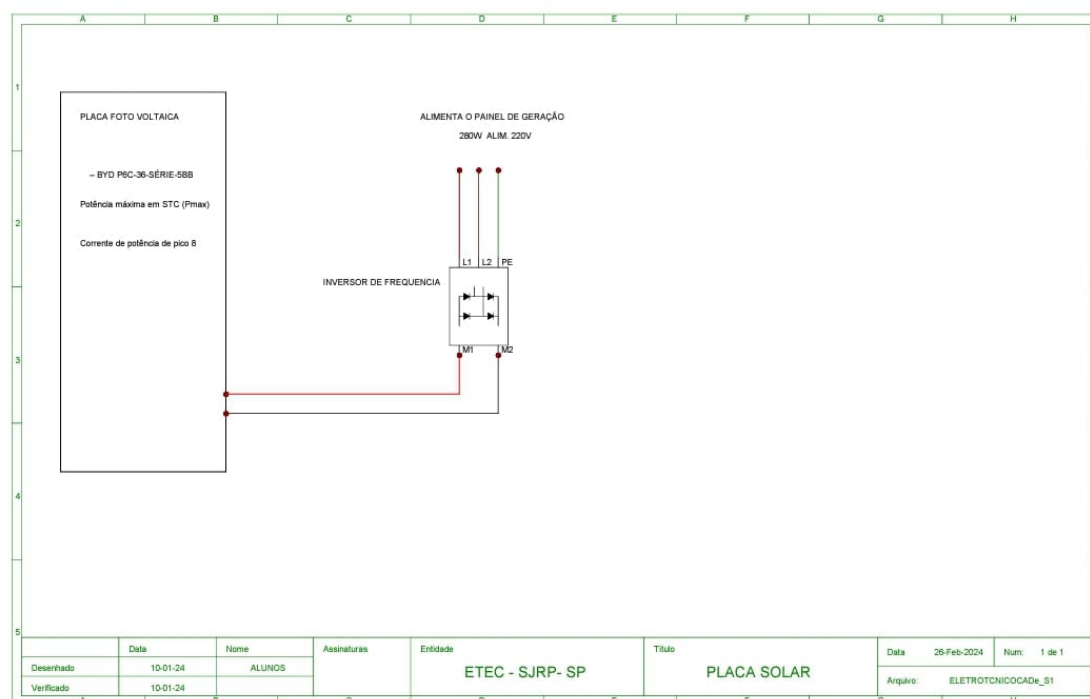
Figura 21 – Diagrama Elétrico Unifilar do Gerador de Cloro



Fonte: Autoria própria

3.4 Diagrama Elétrico Unifilar do Sistema Fotovoltaico

Figura 22 – Diagrama Elétrico Unifilar do Sistema Fotovoltaico



Fonte: Autoria própria

3.5 Orçamento do Material Utilizado

O orçamento utilizado dos materiais também constam com a mão de obra calculada de nossos serviços.

Figura 23 - Orçamento de materiais

Materiais				
Descrição	Unidade	Preço unitário	Qtd.	Preço
BOTAO DE EMERGÊNCIA		R\$ 11,45	1	R\$ 11,45
BOTAO DUPLO DE PULSO LIG / DES		R\$ 16,54	1	R\$ 16,54
LAMPADA LED VERDE 22MM		R\$ 6,66	1	R\$ 6,66
LÂMPADA LED VERMELHA 22MM		R\$ 6,66	1	R\$ 6,66
DISJUNTOR BIFASICO 6A		R\$ 25,07	1	R\$ 25,07
CONTATORA 10A 220V		R\$ 43,51	1	R\$ 43,51
RELÊ TÉRMICO DE 1,6 - 2,5A		R\$ 38,54	1	R\$ 38,54
TEMPORIZADOR DIGITAL 220V TRILHO DIM		R\$ 118,24	1	R\$ 118,24
CAIXA MONT 400 X 300 X 200		R\$ 125,42	1	R\$ 125,42
TRANSFORMADOR ENTRADA 220V 4A SAÍDA 8+8V 40A		R\$ 400,00	1	R\$ 400,00
DISSIPADOR DE CALOR (ALUMÍNIO)		R\$ 50,00	1	R\$ 50,00
DIODO POSITIVO 35A		R\$ 20,00	4	R\$ 80,00
INVERSOR 2000W 24V P/ 220V		R\$ 260,00	2	R\$ 520,00
PLACA FOTOVOLTAICA		R\$ 494,08	1	R\$ 494,08
CÉLULA ELETROLÍTICA		R\$ 400,00	1	R\$ 400,00
MATERIAL HIDRÁULICO		R\$ 200,00	1	R\$ 200,00
Serviços				R\$ 2.500,00
Materiais				R\$ 2.536,17
Total				R\$ 5.036,17

Fonte: Autoria Própria

4. Conclusão

A utilização de energia solar para alimentar o gerador de cloro mostrou-se uma solução sustentável e eficiente, alinhada com a crescente demanda por alternativas ecológicas e economicamente viáveis no tratamento de água. Consideramos todas as vantagens no projeto como a Eficiência Energética, sustentabilidade ambiental, qualidade da água, autonomia e redução de custos.

Em suma, o projeto do gerador de cloro alimentado por um painel fotovoltaico mostrou-se uma alternativa promissora e prática para o tratamento de água. A combinação de tecnologia de geração de energia renovável com a produção de cloro oferece uma solução sustentável e eficiente, contribuindo para a saúde pública e a preservação ambiental. Estudos futuros podem focar em otimizações do sistema, ampliação de sua capacidade e avaliação de desempenho em diferentes condições climáticas e geográficas, fortalecendo ainda mais a aplicabilidade e eficácia desta tecnologia.

Referências Bibliográficas

https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_24_05_2021_rep.html#:~:text=tipo%20de%20manancial.,Art.,e%20nos%20pontos%20de%20consumo

<https://www.mundodaeletrica.com.br/transformador-de-tensao-como-funciona/>

https://www.ecorienergiasolar.com.br/assets/uploads/5f055-canadian_solar-datasheet-hiku_cs3w-ms_v5.592_en.pdf

<https://www.mundodaeletrica.com.br/transformador-de-tensao-como-funciona/>

<https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-um-rele-termico/>

<https://www.mundodaeletrica.com.br/rele-temporizador-caracteristicas-funcionamento/>

<https://www.lojaluzdomundo.com/timer-digital-para-trilho-din-220v-na-nf-rohdina#:~:text=O%20Timer%20Digital%20para%20Trilho,de%20forma%20programada%20e%20automatizada.>