

**CENTRO PAULA SOUZA
ETEC JARAGUÁ
CURSO TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA**

ANDERSON DE SOUSA BARDALATE

EVERTON NOGUEIRA MARTINIO

JANIO RAMOS FIGUEREDO

JONAS DE SOUZA OLIVEIRA

WILLIAM SOUZA CASTRO

SISTEMA FOTOVOLTAICO DE ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

SÃO PAULO

2025

**CENTRO PAULA SOUZA
ETEC JARAGUÁ
CURSO TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA**

ANDERSON DE SOUSA BARDALATE

EVERTON NOGUEIRA MARTINIO

JANIO RAMOS FIGUEREDO

JONAS DE SOUZA OLIVEIRA

WILLIAM SOUZA CASTRO

SISTEMA FOTOVOLTAICO DE ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Versão final do Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ensino técnico e qualificação em Eletrotécnica do Centro Paula Souza no estado de São Paulo, para apresentação à banca avaliadora, como exigência para obtenção de certificação de Técnico em Eletrotécnica, sob a orientação da Professora Esp. Juliana Benatti e Professor Caio Hernani Comeron.

SÃO PAULO

2025

FOLHA DE APROVAÇÃO

William Souza Castro, Jonas De Souza Oliveira, Jânio Ramos Figueredo, Everton Nogueira, Anderson De Sousa Bardalate SISTEMA FOTOVOLTAICO DE ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA; (45 páginas) Trabalho de Conclusão de Curso Ensino Técnico do Técnico em Eletrotécnica do Centro Paula Souza no estado de São Paulo no ano de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Professores Orientadores (Presidentes da banca)

Professor convidado (Titular 1)

Professor Convidado (Titular 2)

DEDICATÓRIA.

Dedicamos esta monografia aos nossos pais, esposas, namoradas, irmãos, familiares e amigos que, de muitas formas, nos incentivaram e ajudaram a tornar possível a concretização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, por ter no dado muita força para a realização deste trabalho, aos nossos amigos que tanto colaboraram nos momentos de estudo. Aos nossos professores pelas orientações, apoio e incentivo. Aos nossos colegas de disciplina e do curso, pela rica convivência. A todos que direta ou indiretamente contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

Este projeto de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) tem como objetivo o desenvolvimento e implementação de um sistema de iluminação de emergência alimentado por energia solar fotovoltaica. A proposta surge da necessidade de garantir iluminação segura e autônoma em ambientes sujeitos a falhas no fornecimento de energia elétrica, como residências, escolas, hospitais e edifícios comerciais. O sistema é composto por painéis solares, controlador de carga, bateria de armazenamento e luminárias LED de baixo consumo, que entram em funcionamento automaticamente em caso de interrupção da rede elétrica. O estudo aborda os princípios de funcionamento da energia solar fotovoltaica, o dimensionamento dos componentes do sistema e os critérios de eficiência energética. Os resultados obtidos demonstram a viabilidade técnica e econômica do projeto, além de seus benefícios ambientais, por se tratar de uma fonte de energia limpa e renovável. Conclui-se que a solução proposta é eficiente, sustentável e aplicável em diferentes contextos urbanos e rurais.

Palavras-chave: energia solar, iluminação de emergência, sistema fotovoltaico, sustentabilidade, eficiência energética.

ABSTRACT

This Final Course Project (TCC) aims to develop and implement an emergency lighting system powered by photovoltaic solar energy. The proposal arises from the need to ensure safe and autonomous lighting in environments subject to power outages, such as homes, schools, hospitals and commercial buildings. The system consists of solar panels, a charge controller, a storage battery and low-consumption LED lights, which automatically start operating in the event of a power outage. The study addresses the operating principles of photovoltaic solar energy, the sizing of the system components and the energy efficiency criteria. The results obtained demonstrate the technical and economic feasibility of the project, in addition to its environmental benefits, as it is a clean and renewable energy source. It is concluded that the proposed solution is efficient, sustainable and applicable in different urban and rural contexts.

Keywords: solar energy, emergency lighting, photovoltaic system, sustainability, energy efficiency.

Lista de Siglas

Descrição	Siglas
AMPER	(A)
VOLTS	(V)
ENERGIA	(E)
POTÊNCIA	(W)
VELOCIDADE	(V)
TORQUE	(T)
FORÇA	(F)
KILO WATT	(KW)
KILO WATT-HORA	(KVH)
JOULE	(J)
ROTAÇÃO POR MINUTO	(RPM)
CORRENTE ALTERNADA	(AC)
CORRENTE CONTÍNUA	(DC)

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 funcionamento da placa solar	22
Figura 2 Funcionamento do controlador	24
Figura 3 Diagrama eletrônico do controlador	26
Figura 4 diagrama de comando	32
Figura 5 Diagrama projeto final	33
Figura 6 placa solar	34
Figura 7 Controlador de tensão	36
Figura 8 Inversor de tensão	38
Figura 9 bateria	40

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	11
1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVOS	13
1.2 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	14
1.3 JUSTIFICATIVA	15
1.4 RELEVÂNCIA	16
1.5 HIPÓTESES	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1 PRIMEIRA E SEGUNDA LEI DE OHM	20
2.2 SISTEMA FOTOVOLTAICO OFF GRID.....	23
2.2,1.2 CONTROLADOR DE TENSÃO.....	24
2.3 FUNCIONAMENTO DO INVERSOR.....	26
2.4 CALCULO DO PROJETO.....	27
2.4.1 CUSTO DO PROJETO.....	31
2.5 DIAGRAMA DE COMANDO.....	32
DIAGRAMA DE FUNCIONAMENTO PROJETO FINAL.....	33
COMPONENTES DO PROJETO	34
3. METODOLOGIA.....	42
4. CONSIDERAÇÕES FINAS	43
REFERÊNCIAS.....	44

APRESENTAÇÃO

Este projeto tem como objetivo o desenvolvimento de um sistema de iluminação de emergência alimentado por energia solar fotovoltaica, com foco em autonomia, sustentabilidade e segurança. A proposta surgiu da necessidade de garantir iluminação em situações de queda ou falha no fornecimento de energia elétrica, especialmente em locais onde a falta de luz pode representar riscos à segurança ou à vida propriamente dita.

A solução proposta utiliza painéis solares para captação de energia, um controlador de carga para gerenciar a energia recebida, baterias para armazenamento e luminárias LED de baixo consumo. Em caso de falha na rede elétrica, o sistema entra em funcionamento automaticamente, fornecendo iluminação suficiente para atender as necessidades do local de forma segura.

O projeto também aborda o dimensionamento dos componentes, os custos de implementação, os benefícios ambientais do uso de energia limpa e renovável, além da viabilidade técnica para aplicação em diferentes contextos, urbanos e rurais.

Este TCC busca não apenas oferecer uma solução prática e eficiente, mas também contribuir com alternativas sustentáveis para os desafios energéticos enfrentados atualmente.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a busca por fontes de energia mais sustentáveis e seguras tem se intensificado, especialmente diante da crescente instabilidade no fornecimento de eletricidade em áreas urbanas e rurais. Em paralelo, os avanços tecnológicos e a redução de custos dos equipamentos tornaram os sistemas fotovoltaicos uma alternativa viável para o uso doméstico. Nesse cenário, surge a proposta de utilizar a energia solar não apenas como fonte principal, mas também como uma solução de emergência para residências, garantindo o fornecimento de eletricidade em casos de queda ou falhas na rede elétrica convencional.

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento e a análise de um sistema fotovoltaico de energia de emergência voltado para aplicações residenciais. A proposta busca garantir a autonomia mínima necessária para o funcionamento de equipamentos essenciais durante apagões, como iluminação, geladeira, roteadores e carregadores de dispositivos eletrônicos. Além de apresentar a concepção técnica do sistema, este estudo avalia sua viabilidade econômica, eficiência e benefícios ambientais.

A escolha pelo tema está diretamente relacionada à crescente demanda por alternativas energéticas mais sustentáveis, bem como à necessidade de maior segurança e independência energética dentro do ambiente doméstico. A implementação de um sistema fotovoltaico de emergência em residências representa não apenas uma solução prática e ecológica, mas também um passo importante rumo a um modelo de consumo energético mais consciente e resiliente.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Desenvolver e analisar a viabilidade de um sistema fotovoltaico de energia de emergência aplicado a residências, com foco na autonomia energética durante falhas no fornecimento da rede elétrica convencional. Este trabalho tem como objetivos específicos investigar os fundamentos técnicos que envolvem o funcionamento dos sistemas fotovoltaicos e analisar sua aplicação como fonte de energia de emergência no contexto residencial. Pretende-se dimensionar um sistema capaz de atender às cargas essenciais de uma residência durante períodos de interrupção no fornecimento da rede elétrica, além de avaliar os componentes necessários para sua implementação, como painéis solares, inversores, controladores de carga e baterias. Também será feita uma estimativa dos custos de implantação e manutenção do sistema, considerando a relação custo-benefício e o retorno do investimento. Outro ponto importante é a análise dos impactos ambientais e dos benefícios sustentáveis da utilização da energia solar em substituição parcial às fontes não renováveis. Por fim, será proposta ou simulada a construção de um protótipo funcional, com o objetivo de validar seu desempenho teórico e sua aplicabilidade prática.

1.2 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Este trabalho está delimitado ao desenvolvimento e análise de um sistema de iluminação e alimentação de energia emergencial, voltado principalmente para ambientes residenciais, escolares ou comerciais de pequeno porte. O projeto se concentra na aplicação da energia solar fotovoltaica como fonte primária de alimentação para o sistema, priorizando componentes acessíveis e de fácil implementação.

A implementação proposta nesta pesquisa está delimitada a alguns critérios específicos. O estudo se concentra no desenvolvimento e montagem de um protótipo funcional de um sistema fotovoltaico, com ênfase na viabilidade técnica e econômica. A estrutura do sistema é composta por painéis solares, baterias, controlador de carga e luminárias LED, que servirão como base para os testes. Serão simuladas situações de interrupção no fornecimento de energia elétrica, a fim de avaliar o desempenho do sistema em condições adversas. A pesquisa se restringe à análise da energia solar como fonte principal, não incluindo outras alternativas, como energia eólica ou geradores a combustão. Além disso, os testes serão realizados em ambiente controlado, não se estendendo a sistemas voltados para grandes indústrias ou edificações de maior complexidade. Questões legais, normativas ou relacionadas à instalação predial profissional não serão abordadas, uma vez que o foco do trabalho está unicamente no aspecto técnico e funcional do protótipo, com fins acadêmicos e de estudo.

1.3 JUSTIFICATIVA

A crescente demanda por energia elétrica, somada às frequentes falhas e instabilidades no fornecimento da rede convencional, evidencia a necessidade de soluções energéticas alternativas que garantam maior segurança e autonomia para os consumidores. Em ambientes residenciais, interrupções no fornecimento podem causar transtornos significativos, afetando desde a conservação de alimentos até o funcionamento de equipamentos essenciais, como sistemas de comunicação, iluminação e dispositivos médicos.

Nesse contexto, a adoção de sistemas fotovoltaicos como fonte de energia de emergência apresenta-se como uma alternativa estratégica, sustentável e tecnicamente viável. Além de contribuir para a redução da dependência de fontes não renováveis, o uso da energia solar promove benefícios ambientais, ao reduzir a emissão de gases poluentes, e econômicos, ao representar uma possível economia no médio e longo prazo.

A relevância deste trabalho está justamente na proposta de desenvolver uma solução prática e adaptada à realidade residencial, considerando a viabilidade técnica, os custos envolvidos e a capacidade do sistema de atender às necessidades básicas durante falhas na rede. Além disso, o projeto busca contribuir com o debate sobre a descentralização da matriz energética e o fortalecimento de práticas mais sustentáveis no setor elétrico.

Diante disso, este estudo justifica-se pela sua pertinência social, ambiental e tecnológica, ao propor uma alternativa que alia inovação, sustentabilidade e segurança energética para o ambiente doméstico.

RELEVÂNCIA:

O presente trabalho apresenta uma significativa relevância no contexto atual, em que se intensificam as discussões sobre sustentabilidade, eficiência energética e autonomia no consumo de eletricidade. A utilização de sistemas fotovoltaicos como fonte de energia de emergência em residências atende a uma demanda real por soluções que minimizem os impactos de apagões e falhas na rede elétrica convencional, cada vez mais comuns em áreas urbanas e rurais.

Do ponto de vista ambiental, a proposta contribui diretamente para a redução da dependência de fontes não renováveis, promovendo o uso de uma energia limpa e abundante. Isso representa um avanço importante no enfrentamento das mudanças climáticas, além de reforçar a necessidade de uma transição energética mais consciente e sustentável.

Sob o aspecto social, o projeto oferece uma alternativa acessível para famílias que buscam maior segurança e estabilidade no fornecimento de energia, especialmente em locais onde a infraestrutura elétrica é deficiente ou instável. Garantir a continuidade de serviços essenciais em residências, mesmo durante quedas de energia, pode impactar diretamente na qualidade de vida da população.

No campo tecnológico e acadêmico, o trabalho amplia o debate sobre soluções inovadoras e eficientes para problemas do cotidiano, incentivando o desenvolvimento de projetos aplicáveis, com potencial de replicação em larga escala. Além disso, oferece uma base teórica e prática que pode servir como referência para futuros estudos e iniciativas no setor energético.

Portanto, a relevância deste estudo está na sua contribuição multidimensional — ambiental, social, econômica e científica — reforçando a importância de se investir em soluções autônomas e sustentáveis para o suprimento energético residencial.

1.4 HIPÓTESES

A formulação de hipóteses é essencial para orientar a pesquisa e validar os objetivos propostos. Com base na problemática e na proposta do projeto, são apresentadas as seguintes hipóteses:

Os resultados obtidos demonstram que é possível desenvolver um sistema de iluminação de emergência totalmente funcional e autônomo, utilizando energia solar fotovoltaica, capaz de operar de forma eficiente durante quedas no fornecimento de energia elétrica. A integração de luminárias LED ao sistema fotovoltaico garante autonomia suficiente para assegurar a iluminação de segurança por um período mínimo de 4 a 6 horas, com baixo consumo de energia. Verificou-se também que a implementação de um sistema de pequeno porte para essa finalidade apresenta viabilidade tanto técnica quanto econômica, configurando-se como uma alternativa sustentável e de baixo custo de manutenção em relação aos sistemas convencionais. Além disso, a adoção da energia solar em aplicações emergenciais contribui significativamente para a redução dos impactos ambientais, incentivando o uso de fontes renováveis e alinhando-se aos princípios de sustentabilidade energética.

1.5 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Energia Solar Fotovoltaica

A energia solar fotovoltaica é obtida a partir da conversão da luz do sol em energia elétrica por meio de células fotovoltaicas. Essa tecnologia tem se tornado cada vez mais viável devido ao avanço na eficiência dos **materiais**, redução dos custos de fabricação e incentivo ao uso de fontes renováveis. O principal componente desse sistema é o painel solar, formado por diversas células feitas de materiais semicondutores, como o silício.

Quando a luz solar atinge a célula fotovoltaica, ocorre o chamado efeito fotovoltaico, que gera uma corrente elétrica contínua. Essa energia pode ser usada de forma imediata ou armazenada em baterias para uso posterior, como é o caso dos sistemas de iluminação de emergência.

2.2 Componentes de um Sistema Fotovoltaico Autônomo

Um sistema fotovoltaico autônomo (off-grid) é composto pelos seguintes elementos principais:

- **Painel solar fotovoltaico:** capta a radiação solar e converte em energia elétrica.
- **Controlador de carga:** regula a tensão e corrente entre o painel e a bateria, protegendo o sistema contra sobrecargas e descarga excessiva.
- **Bateria:** armazena a energia para ser utilizada quando não há geração solar (à noite ou em dias nublados).
- **Luminária LED:** consome pouca energia e fornece iluminação eficiente, ideal para sistemas de emergência.

2.3 Iluminação de Emergência

A iluminação de emergência tem como finalidade fornecer luz adequada em casos de falha no fornecimento de energia elétrica, garantindo segurança para evacuação, continuação de serviços essenciais e prevenção de acidentes. Esses sistemas são obrigatórios em muitos edifícios públicos e privados, conforme normas técnicas como a **ABNT NBR 10898**, que estabelece os requisitos para esse tipo de instalação.

Sistemas convencionais dependem da energia da rede para manter suas baterias carregadas. Com a adoção de soluções fotovoltaicas, aumenta-se a autonomia e confiabilidade do sistema, especialmente em regiões com instabilidade elétrica.

2.4 Sustentabilidade e Energia Renovável

A sustentabilidade energética está diretamente ligada ao uso de fontes limpas e renováveis. A energia solar se destaca por ser abundante, silenciosa, de baixo impacto ambiental e por possibilitar a geração distribuída, ou seja, próxima ao local de consumo.

Ao utilizar a energia solar em sistemas de emergência, o projeto contribui para a redução das emissões de gases poluentes, economia na conta de energia e menor dependência de combustíveis fósseis, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 7 – Energia Limpa e Acessível.

2.5 Trabalhos Relacionados

Diversos estudos e projetos têm demonstrado a viabilidade de sistemas fotovoltaicos aplicados à iluminação de emergência. Em pesquisas anteriores,

identificou-se que o uso de painéis solares associados a LEDs proporciona alta eficiência energética, baixo custo de manutenção e excelente desempenho em locais remotos ou com fornecimento elétrico instável.

A literatura técnica também destaca a importância do dimensionamento adequado dos componentes e da escolha de materiais com boa relação custo-benefício, fatores essenciais para o sucesso do projeto.

2.1 TÍTULO PRIMEIRO CAPÍTULO

1ª lei de Lei de ohm

A interação entre grandezas fundamentais é essencial para o ensino da Eletrodinâmica. A primeira lei de Ohm mostrou-se como conteúdo ideal para se perceber as proporcionalidades entre as magnitudes de cada grandeza envolvida, como também compreender como as cargas elétricas atuam no transporte de energia elétrica, desde a sua geração até a dissipação no receptor, conforme a potência requerida

Aplicando-se uma diferença de potencial U a um condutor, fica estabelecida uma corrente elétrica de intensidade i . Considera-se, aplicado ao condutor, um

mecanismo que permita a manutenção da temperatura constante. Alterando-se os valores da diferença de potencial U e lendo-os com um voltímetro, pode-se também fazer leituras de i usando um amperímetro. Percebe-se, então, a proporcionalidade entre as grandezas tensão elétrica U e intensidade de corrente elétrica i , caracterizando-as como diretamente proporcionais.

A constante encontrada é chamada de resistência elétrica do condutor, cujo símbolo é R . A unidade da resistência elétrica é o ohm (símbolo Ω). Os condutores que apresentam essa proporcionalidade entre U e i são chamados de condutores ôhmicos. Por essa definição, pode-se escrever a equação da primeira lei de Ohm da seguinte forma: $U = R \cdot i$. constata-se que um condutor obedece à lei de Ohm quando a curva $U \times i$ for linear, ou seja, a resistência R for independente de U e de i .

Em que:

- R é a resistência elétrica (Ω);
- U é a tensão elétrica (V);
- i é a corrente elétrica (A).

Fonte: <http://educacao.globo.com/fisica/assunto/eletromagnetismo/resistores-e-leis-de-ohm.h>

2 lei de ohm

"A segunda lei de Ohm mostra que a resistência de um condutor é relacionada à sua forma, mas também a fatores microscópicos, descritos com base em uma grandeza física chamada resistividade.

A resistividade é a grandeza física que mede a oposição que algum material oferece ao fluxo de cargas elétricas, ou seja, materiais de alta resistividade oferecem grande resistência à passagem de corrente elétrica.

A fórmula de segunda lei de Ohm é mostrada a seguir, observe:"

R – Resistência (Ω)

ρ – Resistividade ($\Omega \cdot m$)

l – Comprimento (m)

A – Área transversal (m^2)"

"De acordo com essa fórmula, a resistência elétrica de um fio condutor é diretamente proporcional ao seu comprimento, além disso, é inversamente proporcional à área de sua seção transversal (chamada coloquialmente de bitola). É por esse motivo que utilizamos fios mais grossos em aplicações que demandem

correntes elétricas de grande intensidade — eles têm menor resistência elétrica e, por esse motivo, dissipam menos energia em forma de calor"

"Resistividade

A segunda lei de Ohm indica que a resistência elétrica é uma propriedade do corpo, uma vez que essa característica depende diretamente de medidas espaciais, como a área transversal ou o comprimento do corpo.

A resistividade (ρ) é uma grandeza física escalar (medida em $\Omega.m$) que não depende das dimensões do corpo, mas sim de propriedades microscópicas, como a quantidade de elétrons de condução do material e também a distância que esses elétrons conseguem percorrer sem se colidirem com os átomos que compõem o material."Fonte :<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/segunda-lei-ohm.htm>

SISTEMA FOTOVOLTAICO OFF GRID

2.2 TÍTULO SEGUNDO CAPÍTULO

PROCESSO DE GERAÇÃO DE ENERGIA ATRAVÉS DA PLACA SOLAR DA PLACA SOLAR

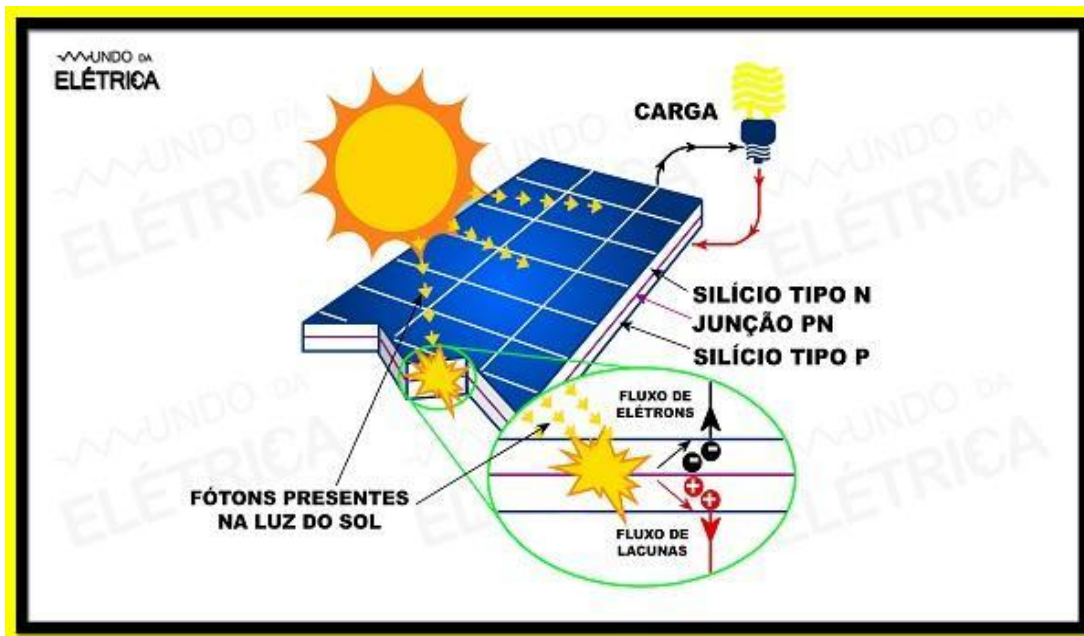


Figura 1 funcionamento da placa solar

Funcionamento de uma Placa Solar Fotovoltaica

As placas solares fotovoltaicas desempenham um papel fundamental na conversão da energia solar em eletricidade. Este processo baseia-se no chamado **efeito fotovoltaico**, fenômeno físico no qual certos materiais são capazes de gerar corrente elétrica a partir da incidência de luz.

Cada placa solar é composta por diversas **células fotovoltaicas**, geralmente fabricadas a partir de silício, um semicondutor amplamente utilizado na indústria de energia solar. Quando a radiação solar atinge essas células, os **fótons** presentes na luz colidem com os átomos do material semicondutor, provocando a liberação de **elétrons**. Este deslocamento de elétrons dá origem a uma corrente elétrica do tipo contínua (CC).

Entretanto, a eletricidade utilizada em residências e estabelecimentos comerciais é do tipo **corrente alternada (CA)**. Por esse motivo, é necessário o uso de um **inversor solar**, dispositivo responsável por converter a corrente contínua gerada pelos painéis em corrente alternada compatível com os sistemas elétricos convencionais.

Após a conversão, a energia pode ser diretamente utilizada para alimentar os aparelhos elétricos da unidade consumidora. Quando a produção excede o consumo local, o sistema pode ser conectado à rede pública, injetando o excedente e gerando **créditos de energia**, conforme estabelecido pelas normas da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), por meio do sistema de compensação de energia.

O funcionamento eficiente das placas solares depende de diversos fatores, como a **intensidade da radiação solar**, o **ângulo de inclinação** dos módulos, a **temperatura ambiente** e a presença de **sombreamentos**. Um sistema bem projetado

pode proporcionar significativa economia na conta de energia elétrica e contribuir para a sustentabilidade ambiental por meio do uso de uma fonte limpa e renovável.

FONTE:<https://www.mundodaeletrica.com.br/placas-fotovoltaicas-caracteristicas-funcionamento/>

CONTROLE DE TENSÃO E CORRENTE

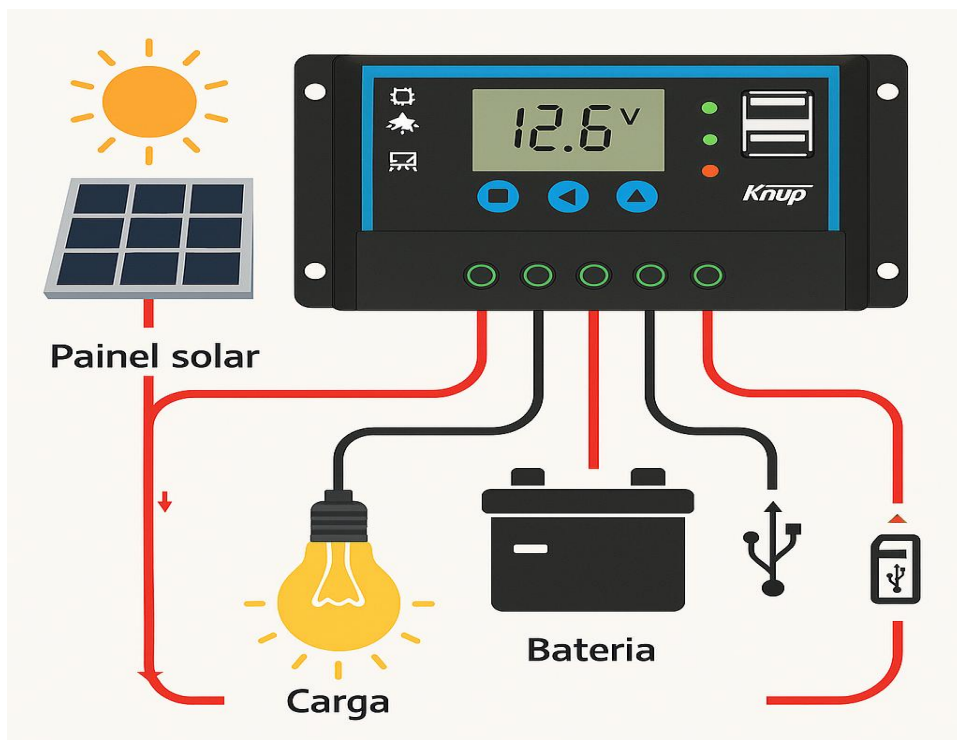


Figura 2 Funcionamento do controlador

O controlador de carga (ou controlador de tensão) é um componente essencial em sistemas fotovoltaicos autônomos, especialmente aqueles que utilizam baterias para armazenar a energia gerada. Sua principal função é proteger o banco de baterias contra sobrecargas e descargas profundas, além de regular a tensão proveniente dos painéis solares.

No contexto deste trabalho, foi analisado o controlador de tensão fotovoltaico Knup, um modelo amplamente utilizado em aplicações de pequeno e médio porte, devido ao seu baixo custo, facilidade de instalação e eficiência satisfatória.

Funcionamento Básico

O controlador Knup atua como intermediário entre o painel solar, o banco de baterias e a carga (os dispositivos alimentados pelo sistema). Seu funcionamento pode ser dividido em três etapas principais:

Regulação da Carga da Bateria
Quando a tensão do painel solar ultrapassa os níveis adequados para a bateria (normalmente 12V ou 24V), o controlador regula essa tensão para que a bateria seja carregada de forma segura. Caso a bateria atinja sua tensão máxima de carga, o controlador interrompe ou reduz o fornecimento de corrente para evitar sobrecarga, o que poderia danificar a bateria ou reduzir sua vida útil.

Proteção contra Descarga Profunda
Quando a energia armazenada atinge um nível crítico, o controlador desliga automaticamente a saída de carga, protegendo a bateria contra descargas profundas, que também comprometem sua durabilidade.

Monitoramento em Tempo Real
Modelos como o Knup geralmente possuem display digital ou indicadores LED que informam o nível de carga da bateria, o estado de operação (carga, descarga, flutuação) e eventuais falhas. Em versões mais avançadas, há ainda portas USB para o carregamento de dispositivos móveis diretamente a partir do controlador.

- **Aplicações e Limitações**

O controlador Knup é comumente utilizado em sistemas de iluminação solar residencial, pequenos sistemas off-grid, cercas elétricas, e em aplicações em áreas rurais. Contudo, por se tratar de um equipamento com tecnologia PWM (Pulse Width Modulation), sua eficiência é inferior aos controladores MPPT (Maximum Power Point Tracking), que extraem a máxima potência dos painéis solares em condições variáveis de irradiância.

- **Especificações Técnicas Típicas (modelo Knup 12V/24V - 20A)**

Tensão de operação: 12V ou 24V (automático)

Corrente máxima: 20A

Tipo de carga: PWM

Proteções: Sobretensão, sobrecarga, descarga profunda, curto-circuito

Interfaces: LEDs indicadores, botões de configuração e saídas.

DIAGRAMA ELETRÔNICO DO CONTROLADOR

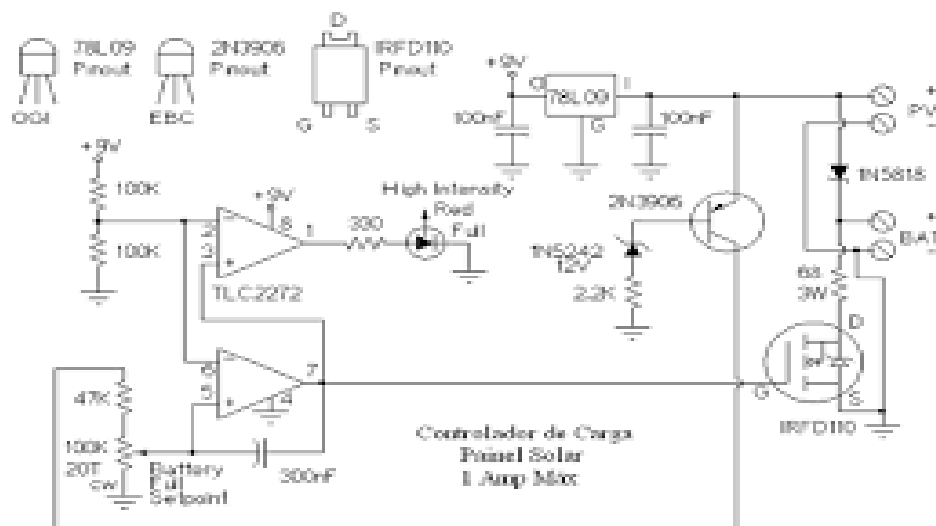


Figura 3 Diagrama eletrônico do controlador

2.3 TÍTULO TERCEIRO CAPÍTULO

● Funcionamento Técnico do Inversor Leboos 1000W

O inversor solar é um componente fundamental em sistemas fotovoltaicos, especialmente aqueles que demandam o uso de aparelhos alimentados por corrente alternada (CA). O modelo Leboos 1000W é um inversor de onda senoidal modificada, projetado para converter a corrente contínua (CC) fornecida por baterias (geralmente 12V ou 24V) em corrente alternada (110V ou 220V CA), compatível com equipamentos eletroeletrônicos convencionais.

● Princípio de Funcionamento

O inversor Leboos 1000W funciona com base em três estágios principais:

1. Conversão CC-CA

O dispositivo recebe energia em corrente contínua (CC) de uma ou mais baterias ou diretamente de um controlador de carga. Essa tensão contínua é primeiramente amplificada e, em seguida, convertida em corrente alternada (CA) através de circuitos eletrônicos baseados em transistores de chaveamento (MOSFETs ou IGBTs).

2. Geração de Forma de Onda Alternada

O modelo 1000W da Leboos gera uma onda senoidal modificada, uma forma

de onda quadrada com interrupções, que simula o comportamento da corrente alternada da rede elétrica. Embora essa forma de onda seja suficiente para a maioria dos dispositivos simples (como lâmpadas, carregadores, pequenos eletrodomésticos), pode não ser adequada para equipamentos sensíveis como motores, bombas ou aparelhos com fontes chaveadas, que exigem onda senoidal pura.

3. **Controle e Proteções**

O inversor Leboos incorpora proteções eletrônicas automáticas, como:

- Proteção contra sobrecarga (desliga automaticamente ao exceder os 1000W).
- Proteção contra superaquecimento, com desligamento térmico e ventilação forçada (cooler).
- Proteção contra inversão de polaridade e curto-circuito na saída CA.
- Alarme de baixa tensão e desligamento automático ao atingir tensão mínima da bateria.

● **Especificações Técnicas Típicas (Leboos 1000W)**

- ✓ **Potência nominal:** 1000W
- ✓ **Tensão de entrada:** 12V ou 12V CC
- ✓ **Tensão de saída:** 110V ou 220V CA
- ✓ **Tipo de onda:** Senoidal modificada
- ✓ **Eficiência:** 85% a 90%
- ✓ **Proteções:** Sobretensão, subtensão, curto-circuito, sobrecarga, inversão de polaridade
- ✓ **Indicadores:** LEDs de status (ligado, erro, baixa tensão)

2.3 TÍTULO QUARTO CAPÍTULO

CÁLCULO DE ECONOMIA DO PROJETO NO SISTEMA ON GRID

componentes 4 lâmpadas de 15w = $4 \cdot 15 = 60\text{w}$

CÁLCULO DE UTILIZAÇÃO 10 HORAS UM HORAS DE 1 DIA .

$$E = P \cdot \Delta T = 60 \cdot 10 = 600\text{wh}$$

CÁLCULO DE CONSUMO MENSAL

$$600\text{wh} \cdot 30\text{dias} = \frac{18000\text{Wh}}{1000} = 18\text{KWH}$$

ECONOMIA DE ENERGIA

CUSTO DO KWH 0,89 R\$

$$E = \text{kwh} \cdot \text{custo do kwh} = 18 \cdot 0.89 = 19,24 \text{ reais}$$

ECONOMIA ANUAL

$$\text{Economia anual} = \text{valor mensal} \cdot 12 \text{ meses} = 19,24 \cdot 12 = 230 \text{ reais}$$

CALCULO DE EFICIÊNCIA DO INVERSOR

Potência total 600w=652wh

Eficiência inv 0,92

CÁLCULO DE EFICIÊNCIA DA BATERIA

potência gerada pelo inv. 652=665wh

eficiência da bateria 0,98

CÁLCULO PARA SABER QUAL BATERIA UTILIZAR

ENERGIA DA BATERIA

EB= 665= 1662 WH

40% 0,4

RECARREGAR A BATERIA EM 40%

ENERGIA DA BATERIA =AMPER HORA* TENSÃO DA BATERIA

EB=AH.VB

1662=AH.12V

AH=1662=138.5AH AMPER HORA

12

ADOTAR A BATERIA DE 150 A

DIMENSIONANDO A PLACA DO PROJETO POTÊNCIA

Potência total= 652=679 wh

Eficiência inversor 0.96

$e = \frac{pk * \Delta T * n}{\sqrt{2}}$

$\sqrt{2}$

6 horas

30 dias

Potência total: 679w

$678 = pk * 6.30 = pk = \frac{679 * \sqrt{2}}{180} = 533w$ Potência media da placa

180

NUMERO DE PLACAS	POTENCIA DA PLACA	CUSTO DA PLACA
1	533W	550 R\$
2	330 W	337 R\$
3	177W	140 R\$

CUSTO DO PROJETO

PRODUTO	QUANTIDADE	VALOR
Placa solar fotovoltaica 560w	1	550,00
Controlador de tensão 12/24v	1	35,50
Bateria 12v 60A	2	600,00
Inversor de frequência	1	212,99
Quadro de disjuntor 6/8	1	36,50
Lâmpada spot redonda	4	38,00
Fame modulo tomada	1	12,50
Fame modulo cego	1	6,50
Fame modulo interruptor	4	31,80
Canaleta com fita dupla	1	13,30
TOTAL		1537,09

2.5 TÍTULO QUINTO CAPÍTULO

DIAGRAMA DE COMANDO

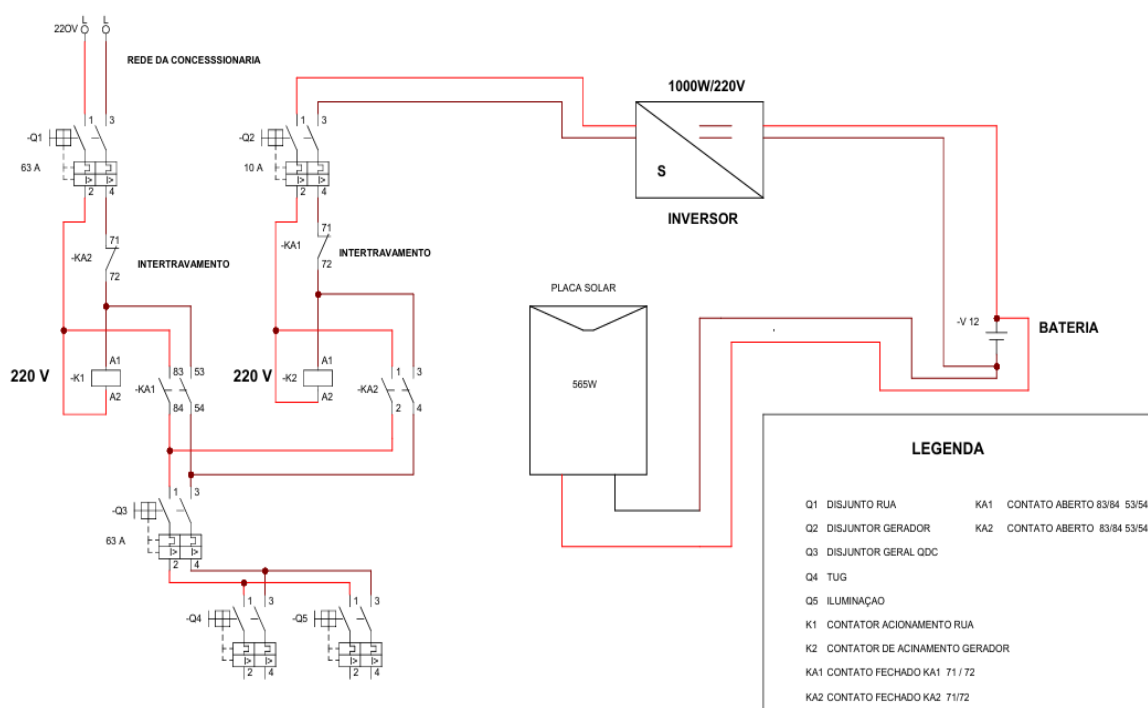


Figura 4 diagrama de comando

Este diagrama representa toda a parte do acionamento automático do sistema. Em condições normais de funcionamento, a residência é alimentada pela rede da concessionária. No entanto, em caso de falha no fornecimento dessa energia, o sistema de emergência fotovoltaico é automaticamente acionado.

Esse acionamento ocorre por meio de dois disjuntores e duas contadoras. Esses componentes são responsáveis por realizar a comutação automática entre a rede elétrica e o sistema solar off-grid. Quando ocorre a interrupção no fornecimento da concessionária, o usuário apenas aciona o disjuntor do sistema de iluminação fotovoltaica, e a contadora realiza a transferência automática para o sistema solar, garantindo assim a continuidade da iluminação em toda a residência.

DIAGRAMA DE FUNCIONAMENTO FINAL DO PROJETO

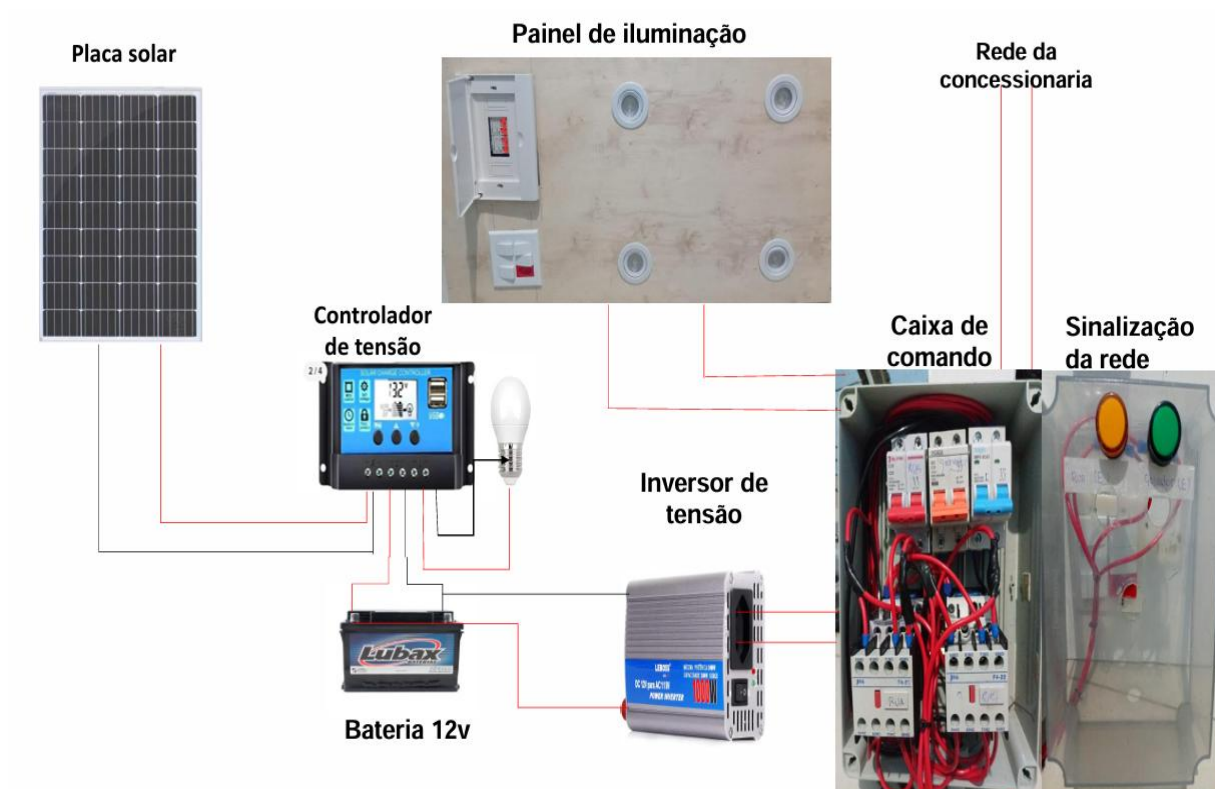


Figura 5 Diagrama projeto final

O sistema é composto por uma placa solar 565w, responsável por captar a energia solar e convertê-la em energia elétrica em corrente contínua (CC). Essa energia é então direcionada para o controlador de tensão, que regula a carga e protege a bateria de 150Ah, evitando sobrecargas e descargas profundas. A energia armazenada na bateria é posteriormente convertida em corrente alternada (CA) através de um inversor, permitindo a alimentação dos pontos de iluminação da residência.

O processo de comutação entre a rede da concessionária e o sistema solar ocorre de forma automática, por meio de dois disjuntores e duas contatoras. Em caso de falha no fornecimento da concessionária, o usuário aciona o disjuntor do sistema fotovoltaico, e as contatoras realizam automaticamente a comutação para o sistema off-grid. Dessa forma, a iluminação da residência é mantida sem interrupções, garantindo segurança e autonomia energética em situações de emergência.

COMPONENTES DO PROJETO

Painel 1 Placa Fotovoltaica 570w Half Cell Solar Energia



Figura 6 placa solar

Módulo 570w Half Cell Solar - Energia Solar Fotovoltaica

Principais recursos do Painel

Melhor captura de luz e coleta de corrente para melhorar a confiabilidade e a saída de energia do módulo.

Resistência PID

Excelente garantia de desempenho Anti-PID através de processo de produção em massa otimizado e controle de materiais.

Durabilidade contra condições ambientais extremas

Alta resistência à névoa de sal e amônia.

Melhor garantia na geração

Garantia do produto de 12 anos, garantia de potência linear de 25 anos

Certificações

Certificado de fábrica ISO9001:2015, ISO14001:2015, ISO45001:2018

Produtos com certificação IEC61730, IEC61215

Dados elétricos

Potência no ponto máximo de potência - 570W

Tensão no ponto máximo de potência - 43,58V

Corrente no ponto máximo de potência - 13,08A

Tensão em Circuito Aberto - 52,10V

Corrente de Curto Circuito - 13,83A

Eficiência = 22,10%

Tolerância de potencias positiva 0~+5W

Desempenho mínimo sob condições de teste padrão STC (1000 W/m², 25 °C, espectro AM 1,5 G)

Características de temperatura

Coefficiente de temperatura (Pmax) -0.29% / °C

Coefficiente de temperatura (Voc) -0.25% / °C

Coefficiente de temperatura (Isc) 0.045% / °C

Temperatura nominal da célula (NOCT) 80±5°C%

Temperatura Admissível para o Módulo em Operação Contínua -40 °C até +85 °C

Tensão máxima do sistema 1500VDC

Fusível máximo 30A

Dados mecânicos

Tensão Máxima do Sistema 1500V

Formato 2278 mm × 1134 mm × 30 mm (incluindo a estrutura)

Peso 32 kg ± 5 %

Cobertura frontal e traseiro Vidro temperado 2,0mm revestimento antirreflexo, transmissão, baixo teor de ferro, vidro temperado

Estrutura Alumínio anodizado

Célula N-Type monocristalina

Caixa de junção Classe de proteção IP68

CONTROLADOR DE TENSÃO KNUP



Figura 7 Controlador de tensão

Especificações técnicas

Marca: Knup

Modelo : KP-AD10A Regulador Controlador Corrente Tensão Placa Solar Fotovoltaicos 12V Carga 10a Amperes Aquecimento Piscina

Voltagem mínima de entrada - Voltagem máxima de entrada: 12V - 24V

Voltagem mínima de saída - Voltagem máxima de saída : 24V - 10V

Corrente máxima de saída: 10 A

Com voltagem de saída ajustável: Não

O controlador fotovoltaico da marca Knup é um dispositivo que regula a carga e descarga de baterias em sistemas fotovoltaicos. Aqui está uma visão geral do funcionamento:

FUNCIONALIDADES:

1. Regulação de carga: O controlador regula a corrente de carga da bateria, evitando sobrecargas e prolongando a vida útil da bateria.
2. Proteção contra sobrecarga: O controlador detecta quando a bateria está completamente carregada e reduz ou interrompe a corrente de carga para evitar danos.
3. Proteção contra descarga excessiva: O controlador detecta quando a bateria está abaixo de um nível de tensão seguro e interrompe a descarga para evitar danos.
4. Monitoramento: O controlador pode monitorar parâmetros como tensão, corrente e temperatura da bateria.

TIPOS DE CONTROLADORES KNUP:

1. Controlador PWM (Pulse Width Modulation): Utiliza modulação por largura de pulso para regular a corrente de carga.
2. Controlador MPPT (Maximum Power Point Tracking): Utiliza algoritmos para otimizar a extração de energia dos painéis solares.

BENEFÍCIOS:

1. Eficiência: Os controladores Knup ajudam a maximizar a eficiência do sistema fotovoltaico.
2. Segurança: Protegem a bateria e o sistema contra sobrecargas e descargas excessivas.
3. Confiabilidade: São projetados para operar em condições adversas e garantir a confiabilidade do sistema.

INVERSOR DE TENSÃO



Figura 8 Inversor de tensão

INFORMAÇÕES TÉCNICAS

Potência máxima de operação: 1 kW

Potência de pico: 1,1 kW

Altura :5,5 cm

Largura :1,5 cm

Comprimento :2,2 cm

Peso :1,01 kg

Tipo de onda: Onda senoidal modificada

Com saída USB :Não

Com indicador LED: Sim

Com botão de ligar/desligar :Sim

Com proteção contra curto-circuito: Sim

Com proteção contra sobrecarga :Sim

Com proteção contra superaquecimento: Sim

Um inversor de frequência tipo Leboss 1000W DC 12 para AC 220V é um dispositivo que converte corrente contínua (CC) de 12V para corrente alternada (CA) de 220V com uma potência de 1000W.

Funcionamento:

1. Conversão de CC para CA: O inversor converte a corrente contínua (CC) de 12V de entrada em corrente alternada (CA) de 220V de saída. 2. Inversão de frequência: O inversor utiliza uma técnica de inversão de frequência para gerar uma onda senoidal de 220V CA a partir da corrente contínua de 12V CC. 3. Regulação de tensão: O

inversor regula a tensão de saída para garantir que seja estável e dentro dos parâmetros desejados.

Características:

1. Potência: O inversor tem uma potência de 1000W, o que significa que pode fornecer energia para dispositivos que requerem até 1000W de potência.
2. Eficiência: O inversor tem uma eficiência alta, o que significa que minimiza as perdas de energia durante a conversão.
3. Proteção: O inversor pode ter proteções integradas, como proteção contra sobrecarga, curto-circuito e sobretensão.

Aplicações:

1. Sistemas de energia renovável: O inversor pode ser utilizado em sistemas de energia renovável, como painéis solares, para converter a energia gerada em corrente alternada.
2. Veículos: O inversor pode ser utilizado em veículos para fornecer energia para dispositivos que requerem corrente alternada.
3. Equipamentos portáteis: O inversor pode ser utilizado em equipamentos portáteis, como lanternas, rádios e outros dispositivos que requerem corrente alternada.

Vantagens:

1. Flexibilidade: O inversor pode ser utilizado em diversas aplicações, desde sistemas de energia renovável até equipamentos portáteis.
2. Eficiência: O inversor tem uma eficiência alta, o que significa que minimiza as perdas de energia durante a conversão.
3. Confiabilidade: O inversor é projetado para ser confiável e duradouro, garantindo que forneça energia estável e segura.

Precauções:

1. Conexão correta: Certifique-se de que o inversor esteja conectado corretamente à fonte de energia e ao dispositivo que será alimentado.
2. Capacidade de carga: Certifique-se de que o inversor tenha capacidade suficiente para alimentar o dispositivo que será conectado.
3. Manutenção: Realize manutenção regular no inversor para garantir que esteja funcionando corretamente e de forma segura.

Se você tiver alguma dúvida específica sobre o funcionamento do inversor de frequência tipo Leboss 1000W DC 12 para AC 220V ou precisar de mais informações, basta perguntar!

ARMAZENAMENTO DE ENERGIA



Figura 9 bateria

Marca: Zetta

Número de peça: Z60D

Modelo: 60 amperes 12V

Tipo de veículo: Carro/Caminhonete

Material: Eletrólito líquido

Voltagem: 12V

Capacidade da bateria: 60.000 mAh

CCA: 400 A Largura x Comprimento x Altura: 18 cm x 18 cm x 25 cm

Características e funcionamento

Uma bateria de eletrólito, também conhecida como bateria de chumbo-ácido ou bateria de ácido, é um tipo de bateria recarregável que utiliza um eletrólito líquido para armazenar energia química e convertê-la em energia elétrica.

Componentes:

1. Placas positivas e negativas: As placas são feitas de chumbo e são revestidas com uma camada de óxido de chumbo.
2. Eletrólito: O eletrólito é uma solução de ácido sulfúrico e água que facilita a reação química entre as placas.

3. Separadores: Os separadores são utilizados para evitar que as placas positivas e negativas entrem em contato e causem um curto-circuito.

Funcionamento:

1. Carregamento: Durante o carregamento, a corrente elétrica é aplicada à bateria, fazendo com que as placas sejam recobertas com óxido de chumbo.
2. Descarga: Durante a descarga, as placas reagem com o eletrólito, liberando elétrons e gerando corrente elétrica.
3. Reação química: A reação química entre as placas e o eletrólito é reversível, permitindo que a bateria seja recarregada e utilizada várias vezes.

Características:

1. Capacidade: A capacidade da bateria é medida em Ah (ampere-hora) e determina a quantidade de energia que pode ser armazenada.
2. Tensão: A tensão da bateria é medida em volts (V) e determina a quantidade de energia que pode ser fornecida.
3. Vida útil: A vida útil da bateria depende do número de ciclos de carregamento e descarga, bem como das condições de uso.

Aplicações:

1. Veículos: Baterias de eletrólito são comumente utilizadas em veículos para fornecer energia para o motor de arranque e outros sistemas.
2. Sistemas de energia renovável: Baterias de eletrólito podem ser utilizadas em sistemas de energia renovável, como painéis solares e turbinas eólicas, para armazenar energia.
3. Equipamentos industriais: Baterias de eletrólito podem ser utilizadas em equipamentos industriais, como empilhadeiras e outros veículos industriais.

3. METODOLOGIA

O desenvolvimento deste trabalho foi estruturado em quatro etapas principais.

Primeiramente, foi realizada uma pesquisa teórica abrangente, envolvendo o levantamento de informações sobre energia solar fotovoltaica, os principais componentes do sistema (painéis solares, baterias, controlador de carga e luminárias LED), além da análise das normas técnicas aplicáveis, com destaque para a NBR 5410. Também foram estudados casos similares e projetos já implementados, a fim de fundamentar o desenvolvimento do sistema.

Em seguida, procedeu-se ao dimensionamento do sistema, que consistiu no cálculo da demanda energética mínima necessária para garantir a iluminação em situações de emergência. Com base neste cálculo, foram dimensionados os painéis solares, as baterias, o controlador de carga e as luminárias LED, considerando um período de autonomia desejado entre quatro e seis horas.

Na terceira etapa, realizou-se a montagem de um protótipo funcional que integrou todos os componentes previamente dimensionados. Para validar o funcionamento do sistema, foram conduzidos testes práticos simulando quedas de energia elétrica, avaliando o desempenho do sistema quanto à ativação automática e à manutenção da iluminação durante o período estipulado.

Por fim, foi feita a avaliação dos resultados obtidos nos testes, com análise da eficiência energética, durabilidade da bateria, tempo de resposta do sistema e estabilidade da iluminação. Também foi realizada uma estimativa dos custos e da viabilidade técnica e econômica para aplicação do sistema em escala real.

4 CONSIDERAÇÕES FINAS

O desenvolvimento deste trabalho permitiu comprovar a viabilidade técnica, econômica e ambiental da utilização de sistemas de iluminação de emergência alimentados por energia solar fotovoltaica. A proposta inicial de criar uma solução autônoma, sustentável e de baixo custo foi alcançada com êxito por meio da implementação de um protótipo funcional, capaz de garantir iluminação em situações de interrupção no fornecimento de energia elétrica.

Durante a execução do projeto, foi possível compreender a importância do dimensionamento correto dos componentes – como painéis solares, baterias e luminárias LED – para garantir o bom desempenho do sistema. Os testes realizados demonstraram que o sistema é capaz de fornecer autonomia energética suficiente para manter a iluminação por várias horas, atendendo às necessidades básicas de segurança em ambientes residenciais ou comerciais de pequeno porte.

Além da viabilidade técnica, o projeto reforça a relevância de soluções baseadas em energias renováveis como caminho para a sustentabilidade. A aplicação de sistemas fotovoltaicos em situações de emergência contribui para a redução do consumo da rede elétrica, diminuição de impactos ambientais e maior independência energética.

Conclui-se que o sistema proposto pode ser adaptado para diferentes contextos e escalas, com potencial para atender a comunidades rurais, zonas urbanas periféricas e edifícios públicos. Para trabalhos futuros, recomenda-se o aprimoramento da automação do sistema, integração com sensores de presença e monitoramento remoto, além da análise de desempenho em diferentes condições climáticas.

REFERÊNCIAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. *Atlas de Energia Elétrica do Brasil*. 3. ed. Brasília: ANEEL, 2020.

NBR 10898:2023 – Sistema de iluminação de emergência. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

CRESESB – Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. *Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos*. Rio de Janeiro: CEPEL, 014.

CANOVA, J. C.; LEITE, J. V. *Introdução aos Sistemas Fotovoltaicos*. São Paulo: Érica, 2019.

Manuais técnicos de fabricantes de controladores de carga, painéis solares e baterias (Knut, Rayovac, Exsolar).