

Eurício Manuel Supinho

Desenvolvimento de um sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações domésticas

Licenciatura em Engenharia Electrónica com Habilitações em Telecomunicações

Universidade Pedagógica de Maputo

Maputo

2023

Eurício Manuel Supinho

Desenvolvimento de um sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações domésticas

Monografia científica a ser apresentada ao curso de Engenharia Electrónica, Faculdade de Engenharias e Tecnologias da Universidade Pedagógica de Maputo para obtenção do grau académico de Licenciatura em Engenharia Electrónica com Habilitações em Telecomunicações.

Supervisor:

Prof. Doutor Urânio Stefane Mahanjane

Universidade Pedagógica de Maputo

Maputo

2023

Índice

Declaração de Honra	vi
Dedicatória.....	vii
Agradecimentos	viii
Lista de abreviaturas, siglas e símbolos	ix
Lista de figuras	xi
Lista de apêndices.....	xii
Lista de anexos	xiii
Resumo	xiv
<i>Abstract</i>	xv
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	1
1.1. Problema de pesquisa.....	2
1.2. Justificativa	3
1.3. Objectivos	5
1.3.1. Objectivo Geral.....	5
1.3.2. Objectivos específicos	5
1.4. Questões de Pesquisa	5
1.5. Hipóteses.....	6
CAPÍTULO II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1. Definição de conceitos-chave	7
2.2. Sistemas Solar Fotovoltaicos	9
2.2.1. Conceito de sistema solar fotovoltaico.....	9
2.2.2. Tipos de sistemas fotovoltaicos.....	10
2.2.3. Elementos básicos de um sistema fotovoltaico.....	11
2.3. Instalações Eléctricas de uso doméstico	13

2.3.1.	Conceito de instalações eléctricas de uso doméstico	13
2.3.2.	Divisão de cargas em instalações eléctricas de uso doméstico	13
2.4.	Sistemas de Transferência automática de linha	14
2.4.1.	Conceito de sistema de transferência automática de linha	14
2.4.2.	Alguns sistemas de transferência automática de linha	15
CAPÍTULO III – METODOLOGIA DE PESQUISA		18
3.1.	Método de Pesquisa	18
3.2.	Técnicas de Pesquisa	19
3.3.	Instrumentos de Pesquisa.....	20
3.4.	População alvo e Amostra	21
3.4.1.	População Alvo	21
3.4.2.	Amostra	21
3.5.	Delimitação da Pesquisa	22
CAPÍTULO IV: APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA		24
4.1.	Resultados do levantamento de dados relacionados ao método de transferência de linha entre a concessionária de energia eléctrica como fonte principal e as fontes auxiliares mais comuns de energia em instalações eléctricas domésticas.....	24
4.1.1.	Resultados das entrevistas dirigidas aos técnicos das entidades que actuam na área de energia fotovoltaica em Moçambique	24
4.1.2.	Resultados das entrevistas dirigidas aos residentes da província de Maputo.....	27
4.1.3.	Análise e interpretação dos dados colhidos nas entrevistas realizadas	29
4.2.	Resultados do dimensionamento de um sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas domésticas	30
4.2.1.	Entradas do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações domésticas.....	31

4.2.2. Controlo do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica	32
4.2.3. Saída do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica de distribuição	34
4.3. Resultados da construção do protótipo de um sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas de uso doméstico	36
4.4. Resultados da avaliação do desempenho do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas de uso doméstico	38
CAPÍTULO V: CONCLUSÕES E SUGESTÕES	39
5.1. Conclusões	39
5.2. Sugestão	40
BIBLIOGRAFIA	41
Apêndices	44
Anexos	57

Declaração de Honra

Declaro que esta Monografia Científica é resultado da minha investigação pessoal e das orientações do meu supervisor Prof. Doutor Urânio Stefane Mahanjane, o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia final.

Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para obtenção de qualquer grau académico.

Maputo, _____ de _____ de _____

(Eurício Manuel Supinho)

Dedicatória

Dedico esse trabalho aos meus pais, Manuel Bacapitane Supinho e Angélica Rosália Fabião pois sem suas orientações, sacrifícios e esforços esse trabalho não se materializaria. Dedico esse trabalho também ao meu irmão Clércio Manuel Supinho que inspirou-me a seguir por este caminho e continua me motivando nessa trilha.

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço ao Divino Supremo por me consentir o privilégio da existência.

Agradeço aos meus pais Manuel Bacapitane Supinho e Angélica Rosália Fabião por tornarem, de inúmeras formas, este momento possível e pela confiança e apoio nas minhas escolhas relacionadas ao percurso académico. Agradeço ao meu irmão Clércio Manuel Supinho por ser sempre a quem pude recorrer quando precisasse de apoio, agradeço a minha família por sempre colocar altas expectativas em mim. A vontade de não decepcionar-vos me fez forte.

Agradeço ao meu supervisor Prof. Doutor Urânio Stefane Mahanjane. Sou extremamente grato pelas orientações, pela paciência e por me ensinar além do que era necessário para finalizar esse trabalho. Agradeço porque através do meu supervisor pude fazer parte da família NEER, que transcende a academia, muito obrigado Prof. Mahanjane, o Senhor lidera pelo exemplo. Me rendo a sua força.

Agradeço às entidades FUNAE, TLHAVIKA, NEER e aos residentes da província de Maputo que participaram deste trabalho concedendo informações inestimáveis que possibilitaram a materialização deste trabalho. Espero através dos resultados deste trabalho valorizar as vossas contribuições.

Agradeço também à cada professor que de forma directa e indirecta fez parte do meu percurso académico e partilhou comigo seus conhecimentos e me estimularam a crescer.

Por fim, sou grato aos meus colegas e amigos que trilharam esta longa caminhada comigo. Colegas do NEER e da universidade, com especial agradecimento ao Norfino Quive, France Murure, Édio Munguambe, Elton Guilamba, Francisca Manhique, Emelina Mavie, Ana Munguambe, Magna Almoço e Isabel Catiça. O agradecimento é extensivo à todos os meus outros colegas que não mencionei os nomes, mas trilharam comigo esse percurso.

Lista de abreviaturas, siglas e símbolos

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas

A – Ampére

AC – Alternate Current (Em português: Corrente alternada)

AMER- Associação Moçambicana de Energias Renováveis

ATS – Auto Transfer Switch (Em português: Chave Automática de Transferência de Linha)

BCI – Banco Comercial de Investimentos

Cp – Citação pessoal

DC – Direct Current (Em português: Corrente Contínua)

EC – Electronically Commutated (Em português: Comutado Electronicamente)

Ed – Edição

Eng – Engenheiro(a)

EDM – Electricidade De Moçambique

Et al – Et alii (Em português: e outros)

FUNAE – Fundo de Energia

I - Intensidade da corrente

KW- Kilo Watt

LED – Light Emitting Diode (Em português: Díodo Emissor de Luz

mA – mili ampere

MZN – Mozambique new metical (Em português: Novo Metical de Moçambique)

NEER – Núcleo de Electrónica e Energias Renováveis

uF- Micro Farads

UNIDO - United Nations Industrial Development Organization (Em português: Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial)

TVM – Televisão de Moçambique

UPM – Universidade Pedagógica de Maputo

V – Volt

VDC – Volt DC

VAC- Volt AC

Wp- Watts pico

Ω - Ohm

$K\Omega$ - Kilo Ohm

Lista de figuras

Figura 1. Imagem ilustrativa de um relé electromecânico	8
Figura 2. Sistema fotovoltaico convencional	9
Figura 3. Modalidades de sistemas fotovoltaicos isolados.....	10
Figura 4. Diagrama eléctrico funcional de um ATS one of two	15
Figura 5. Lorentz PP150s Powerpack	16
Figura 6. SmartPSUK2-100	17
Figura 7. Diagrama de blocos de um sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas domésticas.	31
Figura 8. Circuito comparador de tensão eléctrica dimensionado para o sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas de uso doméstico.....	34
Figura 9. Fluxograma do funcionamento de um sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas de uso doméstico.....	35
Figura 10. Diagrama eléctrico de um sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas de uso doméstico	36
Figura 11. Sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações domésticas, imagem interior.....	37

Lista de apêndices

Apêndice I: Guião de Observação.....	45
Apêndice II. Resultados da coleta de dados através do método de observação	47
Apêndice III: Guião da entrevista dirigida aos técnicos do FUNAE, NEER e Tlhavika	49
Apêndice IV: Guião de entrevista dirigida aos residentes da província de Maputo	50
Apêndice V: Ficha de consentimento dos técnicos do FUNAE, NEER, Tlhavika e dos residentes da província de Maputo para a entrevista e observação	51
Apêndice VI: Alguns componentes do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações domésticas e os respectivos parâmetros técnicos.	52
Apêndice VII. Planificação da construção do protótipo do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações domésticas: Reunião de materiais e ferramentas.....	53
Apêndice VIII. Planificação da construção do protótipo do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações domésticas: Ensaio do posicionamento dos componentes do circuito na placa matriz.....	54
Apêndice IX. Teste do circuito do protótipo do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações domésticas em placa de protótipos.	55
Apêndice X. Testes do circuito do protótipo do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações domésticas no laboratório.....	56

Lista de anexos

Anexo I: Credencial dirigido ao Fundo de Energia	58
Anexo II: Credencial dirigido à empresa TLHAVIKA	59
Anexo III: Credencial dirigido ao Núcleo de Electrónica e Energias Renováveis.....	60
Anexo IV: Cotação da TLHAVIKA para compra de um sistema de armazenamento com baterias de chumbo alimentado através da energia da rede eléctrica.....	61
Anexo V: Cotação da TLHAVIKA para a aquisição de um sistema de armazenamento com baterias de iões de lítio alimentado através da energia da rede eléctrica.....	62
Anexo VI: Cotação da TLHAVIKA para a aquisição de um sistema fotovoltaico com baterias de chumbo	63
Anexo VII: Cotação da TLHAVIKA para compra de um sistema fotovoltaico com baterias de iões de lítio.....	64

Resumo

A evolução tecnológica que a cada dia disponibiliza serviços e produtos voltados para a qualidade de vida e que dependem da energia eléctrica, também acrescenta problemas que resultam na busca de soluções mais elaboradas. Os novos desafios estimulam o desenvolvimento de alternativas, cuja finalidade é elevar a confiabilidade das fontes de energia eléctrica. Uma alternativa actualmente popular em instalações eléctricas de uso doméstico são os sistemas fotovoltaicos de pequena escala, como auxiliar à rede eléctrica. No uso de sistemas fotovoltaicos de grande escala assim como no uso de sistemas com geradores de combustão interna existem tecnologias adequadas para que estes operem como fontes auxiliares à rede eléctrica de forma automática. O mesmo não ocorre em sistemas fotovoltaicos que operam como auxiliar à rede eléctrica em instalações domésticas. Assim sendo, o problema de pesquisa do presente trabalho é a falta de um sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações de uso doméstico. O problema foi constatado através de depoimentos dados por dois engenheiros ao programa 3600s da televisão de Moçambique nos dias 16 de Junho e 07 de Julho de 2022 e também em uma observação do autor em uma residência no bairro de Boane. O objectivo geral do trabalho é desenvolver um sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica de distribuição em instalações domésticas. Para alcançar este objectivo, a pesquisa foi elaborada tendo como base o método qualitativo e quantitativo. O sistema desenvolvido é constituído por um (1) relé 24V e três (3) relés 5V responsáveis pela comutação, 3 comparadores de tensão eléctrica para o controlo do nível de energia eléctrica do sistema fotovoltaico, 3 resistores variáveis de $1K\Omega$ e 3 resistores fixos de $1K\Omega$ para condicionar as tensões eléctricas de controlo, 4 sinalizadores luminosos e um botão de emergência. Segundo os testes laboratoriais, o sistema desenvolvido permite que uma instalação eléctrica seja alimentada através da energia eléctrica do sistema fotovoltaico quando a energia eléctrica da concessionária não se encontra disponível. Permite também direccionar a energia eléctrica do sistema fotovoltaico para cargas específicas quando adequado, diminuindo o consumo e mantendo as cargas alimentadas por mais tempo. Também desliga todas as cargas do sistema auxiliar para segurança ao atingir o nível de descarga definido. A avaliação do sistema desenvolvido nesse estudo é positiva quanto ao seu desempenho, pois faz a transferência automática de linha entre a rede eléctrica e o sistema fotovoltaico com sucesso e com um tempo de atraso de menos de 2 segundos.

Palavras-chave: Sistema, Transferência de linha, Rede eléctrica, Sistema auxiliar de energia eléctrica, Resistência eléctrica, Relé electromecânico, Comparador de tensão.

Abstract

The technological evolution that each day provides services and products aimed at improving the quality of life, and which rely on electric power, also brings about problems that require more sophisticated solutions. These new challenges stimulate the development of alternatives aimed at increasing the reliability of electric power sources. One currently popular alternative in residential electrical installations is small-scale photovoltaic systems as an auxiliary to the electric grid. For large-scale photovoltaic systems, as well as systems with internal combustion generators, appropriate technologies exist for them to operate as auxiliary power sources to the electric grid automatically. However, the same does not occur in photovoltaic systems that operate as an auxiliary to the electric grid in domestic installations. Therefore, the research problem of this work is the lack of an automatic line transfer system for the use of photovoltaic systems as an auxiliary to the electric grid in domestic installations. This problem was identified through testimonials given by two engineers on the 3600 program of Mozambique television on June 16 and July 7, 2022, and also by the author's observation in a residence in the Boane neighborhood. The general objective of the work is to develop an automatic line transfer system for the use of photovoltaic systems as an auxiliary to the distribution electric grid in domestic installations. To achieve this goal, the research was based on both qualitative and quantitative methods. The developed system comprises one (1) 24V relay and three (3) 5V relays responsible for switching, 3 electric voltage comparators to control the energy level of the photovoltaic system, 3 variable resistors of $1K\Omega$ and 3 fixed resistors of $1K\Omega$ to condition the control voltages, 4 light indicators, and an emergency button. According to laboratory tests, the developed system allows an electric installation to be powered by the photovoltaic system's electric energy when the power from the utility is unavailable. It also allows directing the electric power from the photovoltaic system to specific loads when suitable, reducing consumption and keeping the loads powered for longer. It also turns off all the loads from the auxiliary system for safety when reaching a defined discharge level. The evaluation of the system developed in this study is positive in terms of its performance, as it successfully performs the automatic line transfer between the electrical grid and the photovoltaic system with a delay time of less than 2 seconds.

Keywords: System, Line transfer, Electrical Grid, Auxiliary electrical power system, Electrical resistance, Electromechanical relay, Voltage comparator.

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

Com o decorrer dos anos e com o desenvolvimento massivo de tecnologias, o homem tem-se aliado a estas de modo a flexibilizar as suas acções diárias, entreter-se, comunicar-se e protagonizar actividades domésticas regulares. A maior aliada e força motriz da grande maioria das tecnologias é a energia eléctrica.

Um dos desafios da década é a energia limpa e acessível. Portanto, sendo as missões da Universidade Pedagógica de Maputo a pesquisa e a extensão, é papel dos seus estudantes contribuir no âmbito técnico de competências para responder ao desafio actual da humanidade e tendo Moçambique como ponto focal.

Em Maputo, a energia da rede eléctrica é a principal fonte, porém, ocorrem frequentes cortes no fornecimento pela concessionária, levando proprietários comerciais a optarem por geradores de combustão interna. Essa escolha, além de prejudicar o meio ambiente, torna-se inviável para instalações domésticas devido aos altos custos de aquisição e operação.

Uma alternativa praticável é o uso de sistemas fotovoltaicos de pequenas dimensões para suprir as falhas do fornecimento de energia por parte da rede eléctrica. Contudo, no mercado Moçambicano, falta um sistema de transferência automática de linha acessível que permita o uso conjunto destes com a rede eléctrica.

Assim sendo, o presente trabalho tem como objectivo desenvolver um sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações domésticas. O sistema permite que os sistemas fotovoltaicos de pequena escala operem juntamente com a energia da rede de modo a promover a confiabilidade das fontes de energia em instalações de uso doméstico.

O trabalho apresenta uma abordagem qualitativa e quantitativa. O trabalho é composto por cinco (5) capítulos que são a introdução, a revisão bibliográfica, a metodologia de pesquisa, a apresentação, análise e interpretação dos resultados da pesquisa e as conclusões da pesquisa. O capítulo I tem a introdução, onde consta o problema de pesquisa, a justificativa, os objectivos, as questões de pesquisa e hipóteses. No capítulo II tem-se a revisão bibliográfica, onde constam alguns conceitos relacionados com a pesquisa. O capítulo III tem a metodologia de pesquisa onde se encontram o método de pesquisa, as técnicas de pesquisa, os instrumentos de pesquisa, a

população alvo, a amostra e a delimitação da pesquisa. No capítulo IV é feita a apresentação, análise e interpretação dos resultados da pesquisa. No capítulo V têm-se as conclusões do trabalho. Por fim são apresentadas as bibliografias, os apêndices e os anexos.

1.1.Problema de pesquisa

Segundo as Nações Unidas Moçambique (2022), “a UNIDO tem trabalhado incansavelmente em parceria com o BCI e o FUNAE para trazer mecanismos financeiros para impulsionar a adopção de sistemas integrados de energias renováveis”. Nessa senda, em Janeiro de 2022, a Frangos Mahubo Agropecuária Lda tornou-se mais uma entidade a receber financiamento dessa parceria. A empresa, apesar de ter um amplo sistema de biogás, necessita instalar um sistema fotovoltaico de 50KW, pois o existente não atende às demandas elétricas [1].

Em Maputo, a principal fonte de energia eléctrica é da concessionária EDM, servindo mais de 40% da população ligada à rede no país. Ainda assim, devido a interrupções eventuais, torna-se necessário o uso de fontes auxiliares em conjunto com a concessionária. [2].

Para uma instalação funcionar com diferentes fontes de energia, a comutação entre elas deve ser conveniente, oportuna e rápida, preservando a integridade das fontes e a alimentação da planta. Por isso, essa transição deve ser autônoma e inteligente.

Assim sendo, a ausência de uma tecnologia de transferência automática de linha para o uso de um sistema fotovoltaico como auxiliar à rede eléctrica observada no mercado moçambicano é um grande constrangimento e é também um impedimento para o uso da energia fotovoltaica na modalidade acima mencionada e conseqüentemente leva a busca por alternativas, por sinal, menos amistosas ao meio ambiente para este feito.

De 2019 até então, o autor teve a oportunidade de fazer contactos com colaboradores do sector da energia, representantes do FUNAE e da empresa Tlhavika através de entrevistas não estruturadas, e também da observação em pequenos projectos envolvendo a energia solar fotovoltaica, dentre estes os que apoiaram na identificação do problema em estudo. A necessidade de suprir as falhas no fornecimento levou o proprietário de uma residência do distrito de Boane, a optar por isolar da rede eléctrica alguns circuitos, alimentando-os com um sistema solar. Um caso similar e ainda na

fase de projecto deu-se no bairro de Khongolote, onde seu proprietário iria conjugar duas fontes na sua residência com intuito de assiduidade e redução de custos.

O recém-formado na UPM, Eng^o Samuel Magul (16.06.2022, *cp.*), afirmou no programa 3600s da TVM, pretender aplicar um sistema fotovoltaico ao materializar o seu projeto de final de curso, e necessita de um comutador automático para integrar o sistema à fonte de energia principal. A inquietação foi partilhada por outros projectistas destacando-se a recém-formada na mesma instituição, Eng^a Daina Amude (07.07.2022, *cp.*) apologista activa das energias renováveis.

É notório o problema comungado nos textos acima expostos, assim sendo, retemos destes a falta de um sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações de uso doméstico como o problema de pesquisa deste projecto. Desse modo, como questão de partida temos: *Que características técnicas deve reunir um sistema automático de transferência de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações domésticas?*

1.2. Justificativa

A engenharia na sociedade actual é desafiada a propor soluções para os problemas da sociedade preocupando-se com o meio ambiente e os efeitos das novas tecnologias nele. No sector da energia, através dos objectivos globais reflectidos também no plano quinquenal do governo 2020-2024 intenta-se a energia a custo acessível e limpa, razão pela qual populariza-se a implementação dos sistemas de geração fotovoltaica por estes corresponderem fielmente as expectativas colocadas ao sector [2].

Um sistema de transferência automática de linha adaptado para o uso do sistema fotovoltaico como alternativa, possibilitará usar o sistema fotovoltaico em conjunto com o sistema principal e reduzir o custo de implementação dos próprios sistemas auxiliares de fornecimento de energia, incentivando de ambas formas o uso de um tipo de energia limpa, sustentável e renovável.

O sistema de transferência de linha é crucial em instalações com múltiplas fontes e vital para sistemas fotovoltaicos como auxiliares, pois estes exigem especial cuidado e controlo para garantir bom funcionamento e durabilidade dos equipamentos que o compõem. Este projeto considera essas exigências para fornecer um produto adequado.

A relevância do desenvolvimento de um sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações domésticas pode ser vista pelas contribuições que esta prevê alcançar, nomeadamente:

- a) No contexto técnico: A pesquisa visa promover a geração fotovoltaica como auxiliar à rede eléctrica, através de uma tecnologia de transferência de linha interactiva, desenvolvendo um sistema de comutação que maximize a geração fotovoltaica, recurso este que constitui novidade científica, no âmbito técnico dos sistemas de transferência de linha.
A pesquisa tenciona possibilitar a geração independente de energia eléctrica em baixas quantidades (menos de 1000Watts) em instalações de uso doméstico e canalizá-la à alimentação das cargas em caso de falhas do sistema principal. A pesquisa busca também permitir a escalabilidade de sistemas auxiliares de energia, tornando viável o aumento gradual da capacidade do sistema fotovoltaico dentro de um intervalo de potência específico
- b) No contexto ecológico: a pesquisa prevê promover o uso de energias limpas e sustentáveis e massificar o uso da energia fotovoltaica substituindo as fontes auxiliares poluentes.
- c) No contexto económico: disponibilizar um equipamento de funcionalidade específica à sistemas fotovoltaicos como sistemas auxiliares em instalações eléctricas domésticas com constituição simples, componentes acessíveis e por consequência de custo baixo relativo aos dispositivos industriais de funções similares.
- d) No contexto social: possibilitar a maleabilidade da dimensão de um sistema auxiliar de energia, abrangendo mais pessoas restringidas economicamente de adquirir e usar sistemas auxiliares para suprir falhas da fonte principal.
- e) No contexto académico: demonstrar a preparação, capacidade e comprometimento que os formandos da UPM tem em resolver os problemas identificados na sociedade em que estão inseridos e demonstrar a preocupação da UPM em torno da transição energética.
- f) No contexto do autor: atender as necessidades da sociedade com conhecimentos adquiridos durante a formação, transformar as necessidades em oportunidades para o desenvolvimento do seus conhecimentos e ganhos monetários e, alcançar o grau académico pretendido através do projecto.

1.3.Objectivos

1.3.1. Objectivo Geral

O objectivo geral do trabalho é desenvolver um sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações domésticas.

1.3.2. Objectivos específicos

A pesquisa tem os seguintes objectivos específicos:

- Fazer o levantamento de dados relacionados ao método de transferência de linha entre a concessionária de energia eléctrica como fonte principal e as fontes auxiliares mais comuns de energia em instalações eléctricas domésticas.
- Dimensionar um sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas domésticas;
- Construir o protótipo de um sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas de uso doméstico;
- Avaliar o desempenho do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas de uso doméstico.

1.4.Questões de Pesquisa

A pesquisa tem as seguintes questões de pesquisa:

- Quais são os dados relacionados ao método de transferência de linha entre a concessionária de energia eléctrica como fonte principal e as fontes auxiliares mais comuns de energia em instalações eléctricas domésticas?
- Que dados técnicos deve ter um sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas domésticas?
- Que materiais a usar para a construção de um sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas domésticas?

- Que avaliação de desempenho se faz do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas domésticas?

1.5.Hipóteses

A pesquisa tem como hipóteses, as seguintes:

- Os dados relacionados ao método de transferência de linha na comutação entre a concessionária de energia eléctrica e uma fonte auxiliar são os seguintes: o método de operação pretendido na instalação, as características de funcionamento da fonte auxiliar, método e tempo de actuação do método de transferência de linha e o custo-benefício.
- Os dados técnicos que deve ter um sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas domésticas são:
 - ❖ 4 Amplificadores operacionais LM358;
 - ❖ 1 Ponte retificadora;
 - ❖ 5 Regulador de tensão DC 24V e 5A;
 - ❖ 11 Relés SPDT 12V;
 - ❖ 10 Transístores BC548;
 - ❖ 4 LED's indicadores de 1,2-1,6V
 - ❖ 15 Resístores 100Ω.
- Os materiais a usar para a construção de um sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas domésticas são: simulador de circuito, placa de ensaio de circuitos, material para estancar e fios condutores.
- O sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas domésticas proposto pelo autor possui um bom desempenho.

CAPÍTULO II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo estão apresentados conteúdos dos quais a pesquisa sustenta-se. Nele está patente a definição dos conceitos-chave da pesquisa, conceitos relacionados ao sistema de geração a que se destina a pesquisa e alguns sistemas similares actualmente existentes.

2.1. Definição de conceitos-chave

Os conceitos-chave da pesquisa e suas respectivas definições são:

a) Sistema

Um sistema é um conjunto de componentes corelacionados e interdependentes, existentes com algum propósito, e pode ser visto e estudado como um todo organizado no qual as partes estão relacionadas entre si, gerando propriedades emergentes, possuindo algum propósito [3].

b) Transferência de linha

Transferência de linha é o acto de alterar a carga eléctrica entre duas fontes de energia. A transferência de linha pode ser feita por chaves manuais de transferência de linha, em que o operador efectua a transferência accionando a chave, ou pode ser feita por chaves automáticas em que a chave actua electromecanicamente e de forma automática quando percebe que uma das fontes perdeu ou ganhou energia [4].

c) Rede Eléctrica

A rede eléctrica é toda infraestrutura que conecta a central eléctrica, onde é produzida a energia eléctrica, ao consumidor final, que pode ser uma residência, um centro comercial ou uma indústria. Este é um sistema amplo composto por instalações industriais, geradores, torres e linhas de transmissão, cabos e subestações de transformação. Os serviços da rede eléctrica são fornecidos ao consumidor final através de concessionárias de energia eléctrica, que também são responsáveis por monitorar e garantir a qualidade dos serviços fornecidos ao consumidor [5].

d) Sistema auxiliar de Energia Eléctrica

O sistema auxiliar de energia eléctrica oferece a energia eléctrica necessária para suprir uma interrupção ou queda no fornecimento de electricidade, falhas no sistema principal ou, até mesmo, para complementar uma determinada quantidade de energia eléctrica. Isto quer dizer que a função de um sistema auxiliar de energia eléctrica é de dar continuidade ao abastecimento de energia de

uma determinada instalação. Os geradores são os principais tipos de sistema auxiliar de energia eléctrica. Isto porque, diante de uma interrupção no fornecimento de electricidade, os geradores podem fornecer a energia eléctrica necessária. Convém mencionar que os geradores podem ser á gasolina, diesel, gás, eólico e solar [6].

e) Resistência eléctrica

A resistência eléctrica é a capacidade que os diferentes materiais tem de se opor a passagem da corrente e determina-se aplicando uma diferença de potencial entre dois pontos de um condutor e medir a seguir a corrente eléctrica resultante. Um condutor cuja função num circuito é fornecer uma resistência específica é chamado resistor [7].

As resistências eléctricas limitam a corrente em circuitos, convertendo energia eléctrica em térmica. Associando-as, pode-se ajustar a tensão ou corrente de entrada para obter valores específicos na saída do circuito.[7].

f) Relé electromecânico

Um relé electromecânico é um dispositivo de comando dotado de uma bobina que quando percorrida por uma corrente eléctrica origina um campo magnético que comuta os contactos que este possui. Abaixo encontra-se uma imagem que ilustra a constituição de um relé electromecânico [8].

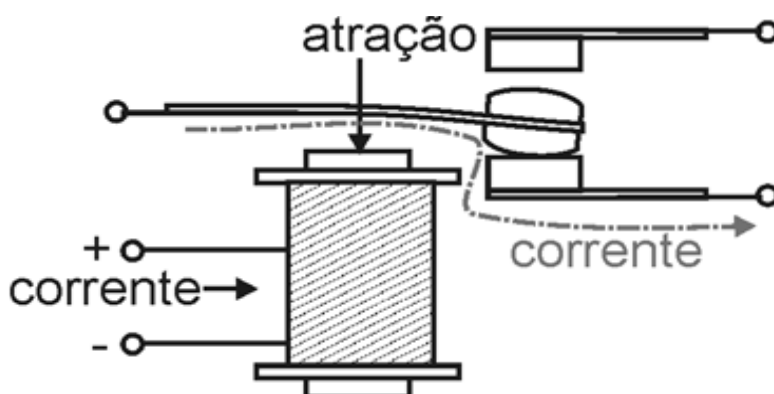


Figura 1. Imagem ilustrativa de um relé electromecânico

Fonte [8]

g) Comparador de tensão

Um comparador de tensão é um circuito usado para comparar dois sinais distintos em que um é usado como referência. Um comparador de tensão é uma aplicação prática dos amplificadores operacionais que tem como características dois terminais de entrada designados porta inversora (-) e não inversora (+) e que tem como saída a diferença entre os sinais de entrada multiplicada pelo ganho do amplificador [9].

2.2.Sistemas Solar Fotovoltaicos

2.2.1. Conceito de sistema solar fotovoltaico

Um sistema de geração fotovoltaico é o conjunto destinado a extrair energia da luz solar. Estes são geralmente compostos por pelo menos um painel solar, estruturas de sustentação física dos painéis, sistema de armazenamento de energia (se desejado), inversores de frequência (para atender cargas AC) e dispositivos de controlo e proteção [10].

A figura abaixo apresenta a configuração convencional de sistemas fotovoltaicos.

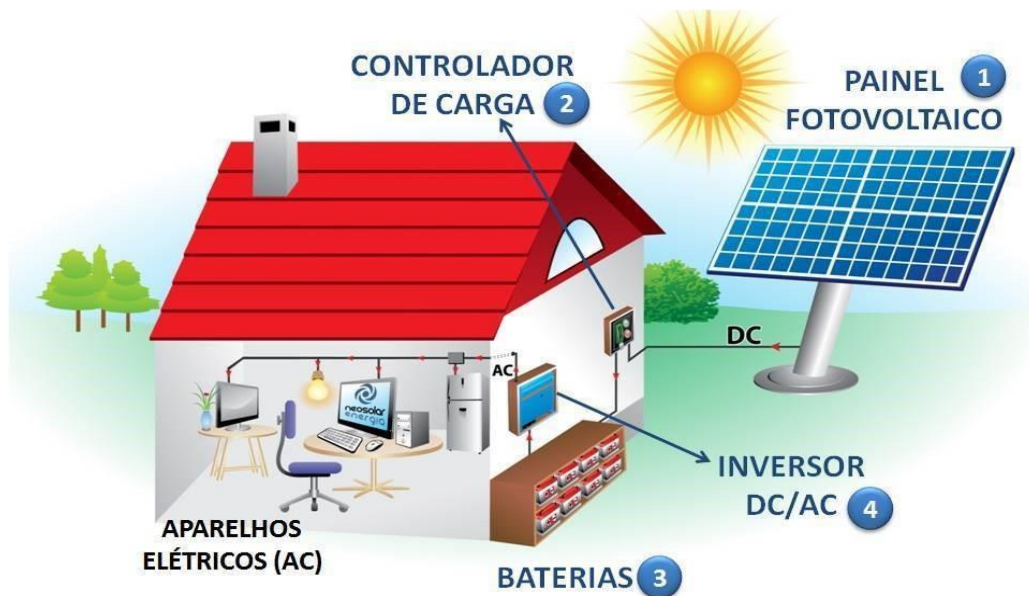


Figura 2. Sistema fotovoltaico convencional

Fonte: [11]

2.2.2. Tipos de sistemas fotovoltaicos

Os sistemas fotovoltaicos podem ter as seguintes classificações:

a) Sistemas fotovoltaicos isolados ou sistemas fotovoltaicos Off-Grid

Os Sistemas fotovoltaicos Isolados são aqueles cujo fornecimento de energia eléctrica é autónomo, são utilizados em locais remotos ou onde o custo de se conectar a rede eléctrica é elevado. São utilizados em casas de campo, telecomunicações, bombeio de água, etc. [12].

Sistemas fotovoltaicos isolados geralmente armazenam energia, seja em baterias para uso eléctrico, como energia gravitacional em sistemas de abastecimento de água, ou pneumáticamente. Alguns, como os de irrigação, não necessitam de armazenamento, pois a água bombeada é consumida ou reservada imediatamente. [10]

Em sistemas fotovoltaicos que necessitam de armazenamento de energia em baterias, usa-se um dispositivo para controlar a carga e a descarga das baterias. O controlador de carga tem como principal função não deixar que haja danos na bateria por sobrecarga ou descarga profunda. Para alimentação de equipamentos de corrente alternada (CA) é necessário um inversor [10].

A figura abaixo ilustra diferentes modalidades dos sistemas fotovoltaicos isolados.

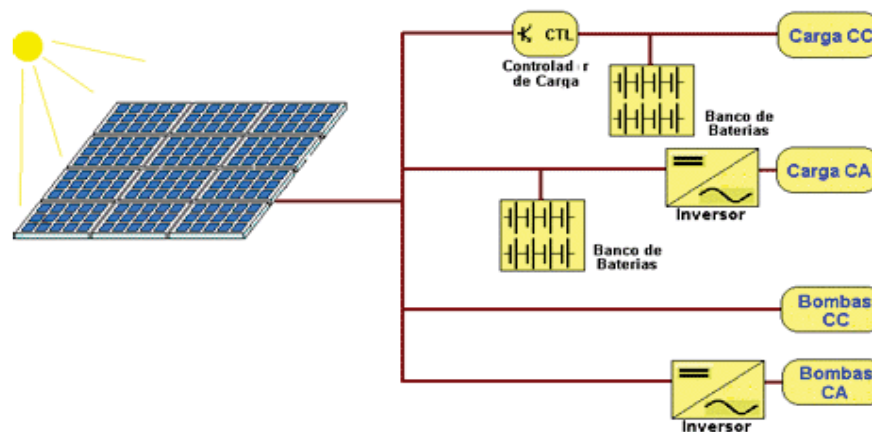


Figura 3. Modalidades de sistemas fotovoltaicos isolados

Fonte: [10]

b) Sistemas fotovoltaicos conectados à rede ou sistemas fotovoltaicos On-Grid

Sistema fotovoltaico conectado à rede é aquele que permanece conectado à rede eléctrica de distribuição.

Os sistemas fotovoltaicos conectados à rede podem ser de dois tipos:

- **Sistemas Centralizados:** Executam a função de estações centralizadas de energia. A fonte de alimentação não é associada com um cliente particular da electricidade. Estes sistemas são tipicamente instalados à certa distância do ponto de consumo [10].
- **Sistemas Distribuídos:** É o termo dado à energia eléctrica gerada no local de consumo ou próximo a ele [10]. Nesse tipo de sistemas, através de regulamentação, existe o sistema de compensação de energia, assim, em momentos em que este não produz energia, é possível usar a da concessionária e, em casos de excesso de produção, recebem-se créditos de energia. Não possuem um sistema de armazenamento, o que os torna mais acessíveis, porém dependendo do tipo de instalação e regulamentação, este pode não funcionar ou apresentar defeitos de funcionamento em casos de falha da rede eléctrica [13].

c) Sistemas Híbridos

É a denominação dada para qualquer sistema que integra mais de uma forma de se obter energia eléctrica. O uso de um gerador à diesel no sistema é uma opção híbrida. Também ganhando espaço estão as híbridas térmicas que também provêm água quente para abastecimento [10].

A designação “Sistemas Híbridos” usa-se também para sistemas conectados à rede que possuem um sistema de armazenamento cujo objectivo principal é suprir falhas da rede eléctrica, no entanto, em muitos países em que existe regulamentação para o uso de sistemas conectados à rede, os sistemas híbridos não estão ainda regulamentados [10].

2.2.3. Elementos básicos de um sistema fotovoltaico

Os elementos que compõem um sistema fotovoltaico distinguem-se por um conjunto de prestações e especificações a que estes se aplicam. Neste contexto descrevem-se os equivalentes à instalações básicas de pequena potência e de topologia denominada isolada [15]. Nestas condições, os sistemas fotovoltaicos são compostos pelos seguintes elementos:

a) Módulo fotovoltaico

É um gerador eléctrico através da radiação solar. É o componente conversor directo da energia solar em energia eléctrica em corrente contínua [15].

b) Regulador de carga

É um equipamento electrónico que regula a carga da bateria com a energia proporcionada pelo módulo fotovoltaico e depois a sua descarga através dos dispositivos a alimentar [15].

c) Inversor

É um equipamento que converte a corrente contínua gerada pelo módulo fotovoltaico ou acumulada na bateria na corrente alternada necessária para alimentar os equipamentos que a solicitam dessa forma [15].

d) Bateria

É um componente de acumulação da energia eléctrica excedente do consumo no momento da sua produção pelo módulo fotovoltaico. A bateria é o elemento mais delicado dos sistemas fotovoltaicos e por essa razão requer atenção especial no que tange aos seus ciclos de carga/descarga e conservação [15]. As características que afectam directamente a vida útil da bateria são:

- **Ciclos de vida:** É uma característica especificada pelo fabricante para determinadas condições de utilização. Indica o número de vezes que podem ser feitas as operações de carga e descarga da bateria [16].
- **Profundidade de descarga:** É um parâmetro que determina a vida útil de uma bateria. Uma bateria poderia ser descarregada até que a tensão em seus terminais fosse 0V, no entanto, retirando toda energia armazenada nas baterias resulta na formação de estruturas irreversíveis de cristais de sulfato de chumbo que culmina com uma redução significativa da sua vida útil. Assim sendo, para permitir vários ciclos de carga e descarga segura estabelece-se um valor limite de descarga que geralmente está em torno de 1,8 Volts/elemento e é dado em percentagem. Esta função de limitar a descarga é realizada pelo regulador de carga [16].

- **Carga de uma bateria:** As baterias ácidas são constituídas por células de uma tensão de aproximadamente 2V (uma bateria de 12V é constituída por 6 células ou elementos). Quando a célula está completamente carregada a tensão é de 12,7V a 13,4V que equivale a 2,12V/elemento a 2,22V/elemento e 10,8V a 11,3V quando descarregada, o que dá uma variação total de tensão de 1,9V [16].

2.3.Instalações Eléctricas de uso doméstico

2.3.1. Conceito de instalações eléctricas de uso doméstico

Designam-se por instalações de uso doméstico aquelas que possuam uma tensão abaixo de 1000V e que possuam circuitos que façam a conexão entre a energia proveniente da concessionária de energia eléctrica e os electrodomésticos e dispositivos electrónicos de uma residência, através de materiais intermediários como condutores eléctricos e aparelhagem eléctrica diversa [17].

As instalações de uso doméstico podem conter 3 destintos tipos de alimentação que são usados para o fornecimento de energia eléctrica:

- **Alimentação ou fonte normal:** Alimentação ou fonte responsável pelo fornecimento regular de energia eléctrica;
- **Alimentação ou fonte de reserva:** Alimentação ou fonte que substitui ou complementa a fonte normal;
- **Alimentação ou fonte de segurança:** Alimentação ou fonte destinada a assegurar o fornecimento de energia eléctrica a equipamentos essenciais para os serviços de segurança [17].

2.3.2. Divisão de cargas em instalações eléctricas de uso doméstico

A norma NBR-5410 da ABNT (2004) contém prescrições para a divisão de cargas em instalações eléctricas, específicas aplicáveis a locais utilizados como habitação, fixa ou temporária, compreendendo as unidades residenciais como um todo. Nessas prescrições, as cargas são divididas em 3 tipos distribuídos em circuitos de iluminação e de tomadas. Esta divisão permite a previsão de carga para o seu funcionamento normal de modo a assegurar protecção, serviços de segurança, seccionamento e desligamento de emergência [17].

A divisão de carga é feita consoante os seguintes tipos de circuito:

a) Circuito de iluminação

É aquele que canaliza a energia eléctrica para ponto de ligação destinado a iluminação de um determinado ambiente.

b) Circuito de tomada

É um ponto de utilização em que a conexão do equipamento ou equipamentos a serem alimentados é feita através de tomada de corrente. Estas podem ser de uso geral ou específico de acordo com o local e os equipamentos que podem ser ligados no circuito.

As cargas também podem ser divididas e classificadas segundo a sua relevância na instalação eléctrica de uso doméstico. Deste modo podemos dividir as cargas em:

➤ **Cargas eléctricas prioritárias**

As cargas eléctricas prioritárias ou de missão crítica são todos aqueles equipamentos cuja interrupção de funcionamento possa resultar em prejuízos para os usuários e/ou beneficiários dos serviços aos quais se destinam. [18]

➤ **Cargas eléctricas de emergência**

As cargas eléctricas de emergência são aquelas cujo objetivo é de garantir a proteção e a segurança das pessoas em uma determinada área em situações extraordinárias. No contexto doméstico, as cargas eléctricas de emergência consistem em iluminação cuja quantidade de luz seja suficiente para permitir o movimento de pessoas em uma determinada área sem elevar o risco de acidentes. [19].

2.4.Sistemas de Transferência automática de linha

2.4.1. Conceito de sistema de transferência automática de linha

Um sistema de transferência automática de linha é um equipamento inteligente que comuta automaticamente entre duas fontes de energia para garantir o fornecimento contínuo à um circuito de carga. A maioria dos sistemas de transferência automática de linha buscam a conexão com a

fonte de energia primária por padrão e só se conectarão à fonte de energia eléctrica alternativa quando necessário ou caso possível, quando solicitado manualmente [20].

2.4.2. Alguns sistemas de transferência automática de linha

Os diferentes sistemas de transferência de linha apresentam características diferenciadas tais como o caso do modo de operação e tipo de transição, características essas que respondem as diferentes demandas impostas a sua função pelas necessidades da instalação de destino e tipos de fontes que se pretende comutar [21]. No estado actual da arte existe uma vasta gama de equipamentos de transferência de linha, pode-se elucidar os diferentes grupos aos quais podemos enquadrá-los através dos seguintes sistemas em destaque:

a) *ATS One Of Two*

Estes sistemas de transferência de linha são os mais aplicados para o uso de geradores de combustão interna como alimentação de reserva ou fonte auxiliar nas residências e indústrias. São usados para alimentar cargas que podem ser desligadas por curtos períodos de tempo durante uma falha no sistema principal de energia. O *ATS One of Two* desliga a fonte principal de energia eléctrica antes de comutar para a fonte auxiliar de energia eléctrica, por esta característica recebe a designação *break-before-make* (desligar antes de fazer). Tem a capacidade de fazer a partida automática do gerador e temporizar o tempo de atraso do gerador na ligação após a ignição “*warm-up time*” antes de ligar as cargas e também o tempo de arrefecimento antes de o desligar “*cool-down time*” características particulares dos geradores [4].

A figura que se segue apresenta o diagrama eléctrico de *ATS one for two*

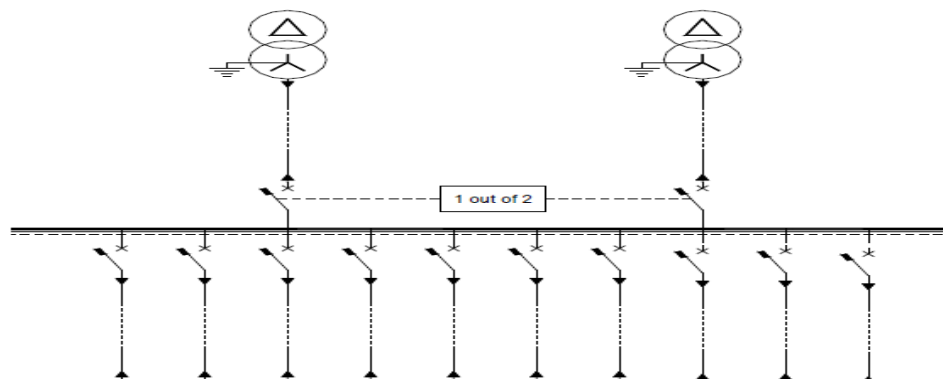


Figura 4. Diagrama eléctrico funcional de um *ATS one of two*

Fonte: [4]

b) Lorentz PP150s Powerpack

É uma unidade *DC* para alimentação de sistemas de bombeamento PS2 da Lorentz. A família PS2 da Lorentz compreende bombas solares de pequeno e médio porte de potência entre 0,1KW a 4KW com um motor de corrente contínua do tipo *EC-Driver*. O PP150s Powerpack é uma unidade de montagem externa que permite que sistemas Lorentz sejam alimentados com corrente alternada. Este pode ser montado e configurado como uma fonte de alimentação contínua ou em conjunto com um sistema de geradores fotovoltaicos como uma fonte de alimentação sazonal ou em períodos com baixa incidência solar [22].

O PP150s Powerpack condiciona a energia em corrente alternada de fontes como geradores ou rede eléctrica para a alimentação em corrente contínua. Quando usado em alimentação contínua, este usa a fonte em corrente alternada como a única fonte do sistema, quando usado em conjunto com geradores fotovoltaicos, este comuta entre a fonte em corrente alternada e os geradores fotovoltaicos consoante a capacidade de geração do sistema fotovoltaico e a energia demandada [22]

A figura que se segue ilustra a imagem interna do controlador Lorentz PP150s Powerpack.

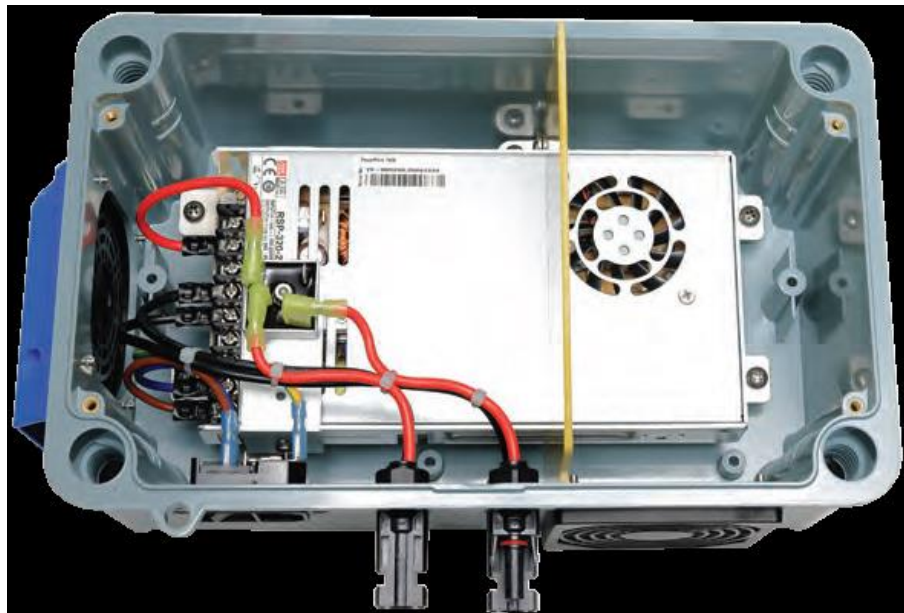


Figura 5. Lorentz PP150s Powerpack

Fonte: [22]

c) Lorentz SmartPSUK2-100

O SmartPSUK2-100 é um controlador ou unidade de alimentação desenvolvido para prover tensão DC para bombas solares da família PSK. Este automaticamente “mistura” a energia proveniente da fonte solar e uma fonte em corrente alternada (gerador ou rede eléctrica), usando somente a quantidade necessária da fonte secundária para adicionar na produzida pelos geradores solares de modo a atingir a demanda necessária de energia [23].

O SmartPSUK2-100 não é uma chave que simplesmente comuta entre as fontes mas “mistura-as” de forma eficiente a energia em corrente contínua do sistema fotovoltaico e a energia em corrente alternada da fonte “não-solar” de modo que só receba dela a energia eléctrica necessária para alcançar a demanda requerida [23].

A figura que se segue ilustra a imagem do controlador SmartPSUK2-100.



Figura 6. SmartPSUK2-100

Fonte: [23]

A fim de obter maior eficiência energética, os equipamentos com funcionamento que reduz os desperdícios na produção da energia eléctrica bem como no consumo e sem prejudicar a qualidade da função por estes desempenhados são os mais usados, Assim sendo, os equipamentos com funcionamento semelhante ao SmartPSUK2-100 tendem a ganhar o mercado principalmente nas indústrias e nas telecomunicações [23].

CAPÍTULO III – METODOLOGIA DE PESQUISA

Neste capítulo são apresentados os métodos, técnicas e instrumentos utilizados na pesquisa, assim como a delimitação, a população alvo e a amostra.

3.1.Método de Pesquisa

Em relação ao método de pesquisa, o presente trabalho apresenta a seguinte classificação:

a) Classificação da pesquisa quanto ao método de abordagem

Quanto ao método de abordagem, a pesquisa realizou-se com base no método qualitativo e quantitativo, nos seguintes termos:

➤ Método de abordagem qualitativo

O método qualitativo estuda os fenômenos no seu ambiente natural e o pesquisador tende a analisar os dados indutivamente, permite a coleta de dados sem medição numérica [8]. Na presente pesquisa este método foi aplicado para a coleta de dados relacionados com os principais sistemas de transferência de linha existentes na actualidade, o local e tipo de fontes com que os sistemas de transferência de linha são usados. O método foi também aplicado na coleta de dados em sistemas fotovoltaicos auxiliares em instalações de uso doméstico sem nenhum sistema de transferência de linha, para o levantamento dos parâmetros técnicos de seu funcionamento.

➤ Método de abordagem quantitativo

O método quantitativo traduz em números, opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas [24]. Na presente pesquisa, este método foi aplicado para coletar, quantificar e analisar dados relacionados à quantidade de usuários da rede eléctrica de distribuição na população alvo da pesquisa. O método também foi aplicado no dimensionamento do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações domésticas.

b) Classificação da pesquisa quanto à natureza

Quanto à natureza, a pesquisa é aplicada. A pesquisa aplicada objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos [24]. Na presente pesquisa, através dos dados coletados, traz-se uma solução ao problema em pesquisa possibilitando, com o sistema

de transferência automática de linha, o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar a rede eléctrica em instalações domésticas.

3.2. Técnicas de Pesquisa

No presente trabalho de pesquisa foram usadas as seguintes técnicas de pesquisa:

a) Pesquisa Bibliográfica

A pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos [25]. Essa técnica de pesquisa possibilitou a coleta de dados dos materiais consultados, conhecimentos sobre os sistemas de transferência automática de linha existentes e os mais usados e também as características que os tornam elegíveis a desempenhar esse papel. A pesquisa bibliográfica permitiu também desenvolver conhecimentos relacionados ao método científico e procedimentos para elaboração de projectos de pesquisa, entre outros conhecimentos nos quais a pesquisa baseou-se.

b) Pesquisa Documental

A pesquisa documental difere-se da bibliográfica essencialmente na natureza de suas fontes, pois a pesquisa documental vale-se de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico. [25]. Essa técnica foi usada na pesquisa para a identificação e selecção de componentes, interligação destes, bem como para definir os parâmetros dos componentes para a construção do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações domésticas.

c) Pesquisa Experimental

Na pesquisa experimental, o pesquisador procura refazer as condições de um facto a ser estudado, para observá-lo sob controlo. Para tal, ele se utiliza de local apropriado, aparelhos e instrumentos de precisão, a fim de demonstrar o modo ou as causas pelas quais um facto é produzido, proporcionando, assim, o estudo de suas causas e seus efeitos [24]. Essa técnica foi útil para o dimensionamento, a simulação de funcionamento, montagem e testes do protótipo do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações domésticas.

d) Pesquisa Participante

A pesquisa participante desenvolve-se a partir da interação entre pesquisadores e membros das situações investigadas [24]. Por meio dessa técnica, o autor inseriu-se em ambientes domésticos com sistemas auxiliares de energia eléctrica para avaliar o método usado para transferência de linha entre os sistemas de energia eléctrica disponíveis.

Com esta técnica, o autor teve como intento, através do conhecimento empírico adquirido, adequar de forma óptima as características técnicas do sistema de transferência de linha proposto, para melhor responder às necessidades observadas e analisadas durante a pesquisa participante.

e) Entrevista semiestruturada

A entrevista semiestruturada é um tipo de entrevista em que o entrevistador tem a liberdade de desenvolver cada situação em qualquer direcção que considere adequada [26]. Essa técnica permitiu colher informações de técnicos da área de energia fotovoltaica actuantes em Moçambique sobre o estado actual da arte do sector. Essa técnica também permitiu colher de alguns residentes de habitações na província de Maputo, informações sobre a implementação de sistemas fotovoltaicos como auxiliar em residências.

3.3. Instrumentos de Pesquisa

Para a pesquisa, foram usados os seguintes instrumentos:

- **Google Chrome:** É o navegador através do qual o autor teve acesso e extraiu informações em páginas da internet, também através dele, o autor adquiriu documentos e bibliografias para a pesquisa.
- **Guião de observação:** Serviu para orientar a coleta de dados durante a observação de alguns sistemas fotovoltaicos estudados a quando da pesquisa, estes possuem alguns dados relevantes que foram levados em conta para a construção do sistema de transferência automática de linha, tal como a potência de geração do sistema fotovoltaico instalado e a quantidade de cargas alimentadas por este. Este instrumento encontra-se no Apêndice I.
- **Guiões das entrevistas:** Serviram para orientar a coleta de dados através de entrevistas dirigidas aos técnicos da área de energia fotovoltaica das entidades FUNAE, *Tlhavika* e NEER e também para orientar as entrevistas dirigidas aos residentes de habitações na

província de Maputo. O guião de entrevista dirigida aos técnicos da área de energia fotovoltaica encontra-se no apêndice II, o guião de entrevista dirigida aos residentes das habitações encontra-se no apêndice III.

- **Gravador de Voz:** Instrumento que foi usado para gravação das entrevistas realizadas a fim de usufruir de forma mais segura das informações providas ao autor pelos entrevistados.
- **Máquina fotográfica:** O instrumento foi usado para capturar imagens a quando da realização das observações e na construção do protótipo do presente trabalho.
- **Ficha de consentimento dos entrevistados:** Para permitir ao entrevistado expressar a sua vontade em consentir com a realização da entrevista e sua participação na pesquisa. A ficha de consentimento encontra-se no apêndice V.
- **Software Adobe Acrobat:** Para consultar informações em bibliografias e documentos electrónicos.
- **Software COMPASS:** Para consultar nas folhas de dados dos componentes lá existentes informações relevantes para a pesquisa, tais como as especificações de alguns controladores de carga e informações sobre a radiação solar nos locais em que estão instalados alguns sistemas fotovoltaicos residenciais.
- **Software Proteus 8.11:** Para dimensionar o protótipo do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações domésticas e simular o seu funcionamento.

3.4. População alvo e Amostra

3.4.1. População Alvo

A população alvo desta pesquisa são os residentes de habitações na província de Maputo que possuem ligação à rede eléctrica ou um sistema solar fotovoltaico operando como sistema principal ou auxiliar de fornecimento de energia eléctrica. Fazem parte também da população alvo da pesquisa, técnicos de entidades que actuam na área de energia fotovoltaica em Moçambique. Pela sua natureza técnica não foi possível determinar o universo da população alvo da pesquisa.

3.4.2. Amostra

O tipo de amostra usado na pesquisa é não probabilista intencional, assim sendo, sem o uso de tratamentos estatísticos. E por esse tipo de amostra, o pesquisador busca opinião, acção ou intenção

de determinados elementos (não representativos) de população, que segundo o seu entender por algum prestígio que possuam, ostentam opinião de referência na comunidade [26]. Desse modo, o autor seleccionou como amostra dos residentes das habitações na província de Maputo:

- Dois (2) residentes de uma habitação que possui um sistema fotovoltaico operando como auxiliar a rede eléctrica;
- Um (1) residente de uma habitação que possui um sistema fotovoltaico isolado e espera ligação à rede eléctrica convencional ainda no ano corrente; e
- Três (3) residentes de três (3) habitações (um residente por habitação), cujos sistemas auxiliares de energia eléctrica ainda encontram-se em fase de projecto e as descrições encontram-se no apêndice I.

E como amostra dos técnicos que actuam na área de energias renováveis, o autor seleccionou três (3) técnicos que actuam na área em três entidades distintas, nomeadamente, FUNAE, Tlhavika e NEER;

3.5.Delimitação da Pesquisa

A pesquisa está delimitada contextualmente, temporalmente e espacialmente conforme a descrição seguinte:

a) Delimitação Contextual

O foco principal da pesquisa é possibilitar que sistemas fotovoltaicos sejam usados também como fontes auxiliares de energia eléctrica em instalações de uso doméstico, para tal feito, solucionar a falta de um sistema de transferência de linha que possibilita a interação entre um sistema fotovoltaico de pequena escala e a rede de energia eléctrica em instalações eléctricas de uso doméstico. Esta pesquisa é aplicável nas áreas de Energias Renováveis, Electrónica e Automação e enquadram-se nas Telecomunicações, pois o funcionamento do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações domésticas, está baseado na transformação de sinais de controlo, em actuação do sistema de transferência automática de linha sobre a instalação eléctrica em que esse estiver instalado.

b) Delimitação Temporal

O trabalho tinha a duração prevista nove meses, com início no mês de Setembro de 2022 e fim no mês de Junho de 2023. Esta delimitação foi extendida até 13 meses por razão de imprevistos técnicos na construção e avaliação do protótipo.

c) Delimitação Espacial

A pesquisa foi realizada na Província de Maputo, no distrito da Matola, nos bairros de Khongolote e Muhalazi e no distrito de Boane, nos bairros de Mozal e Mulozana que são zonas de expansão populacional com habitantes em sua maioria jovens. Os locais selecionados apresentam todas as características definidas para a população alvo da pesquisa e estão situados em locais geograficamente elegíveis para a realização da presente pesquisa.

A localização geográfica dos locais de estudo é um factor importante, pois o alcance da rede eléctrica e a qualidade dela diferem de um local para outro, onde as zonas mais urbanizadas possuem a melhor qualidade de serviços de energia eléctrica e ocorrem poucos cortes anunciados previamente pela EDM e o autor desconhece a ocorrência de cortes sem anúncio. Os sistemas auxiliares são aplicados para mitigar efeitos de falhas na rede eléctrica, assim sendo, o método de transferência de linha deve estar adequado a operar onde a probabilidade de falhas da rede eléctrica é maior. O local de estudo foi escolhido com vista o facto destas zonas estarem em expansão populacional e os moradores buscarem soluções para os defeitos no fornecimento de energia para a rede eléctrica, dentre as quais os sistemas fotovoltaicos como auxiliar a rede eléctrica, o que cria a necessidade de um sistema que permita que as fontes passem a operar em conjunto.

CAPÍTULO IV: APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA

Neste capítulo são apresentados, analisados e interpretados os resultados da pesquisa obtidos segundo os objectivos específicos definidos no capítulo I do presente trabalho.

4.1. Resultados do levantamento de dados relacionados ao método de transferência de linha entre a concessionária de energia eléctrica como fonte principal e as fontes auxiliares mais comuns de energia em instalações eléctricas domésticas

Perspetivando colher informações que permitam alcançar os objectivos definidos para a pesquisa, efectuou-se entrevistas dirigidas a alguns residentes da província de Maputo e a alguns técnicos de entidades que actuam na área de energia fotovoltaica em Moçambique. As entrevistas foram realizadas através de questões abertas que tiveram como base os guiões nos apêndices III e IV.

4.1.1. Resultados das entrevistas dirigidas aos técnicos das entidades que actuam na área de energia fotovoltaica em Moçambique

A entrevista aos técnicos do FUNAE e do NEER mostrou-se rica em aspectos relacionados ao estado actual da arte dos métodos de transferência de linha entre a concessionária de energia eléctrica e fontes auxiliares de energia eléctrica. A técnica do NEER forneceu informações relevantes sobre a implementação de sistemas fotovoltaicos na sociedade moçambicana e assim como a Tlhavika, disponibilizou dados monetários relacionados à esses sistemas. Os depoimentos dos entrevistados perante as questões do entrevistador podem ser vistos a seguir:

a) Resultado da entrevista dirigida ao técnico do Fundo de Energia

Em relação à primeira pergunta da entrevista: *Existem projectos do FUNAE que envolvam sistemas fotovoltaicos como sistema auxiliar com comando automático ou por telemetria?* O técnico do FUNAE respondeu que existiam sistemas fotovoltaicos sob tutela do FUNAE em que este não é o único sistema, no entanto, o sistema fotovoltaico era o principal e existiam lá geradores de combustão interna como sistema auxiliar.

Em relação à segunda pergunta da entrevista: *Qual é o principal dispositivo que garante o controlo para o comando de sistemas fotovoltaicos com comutador automático?* O técnico do FUNAE respondeu que não era capaz de responder de forma convicta qual era o dispositivo, pelo facto do assunto não ser de seu domínio visto que a montagem desses sistemas não era tão comum e também

a montagem era tercerizada, ou seja, por intervenção de técnicos de uma outra empresa prestadora de serviços.

A pergunta a seguir feita foi: *O que torna indispensável que haja comutação automática num projecto de sistemas fotovoltaicos?* O técnico deu como resposta que a aplicação da comutação era feita sempre que houvesse mais de uma fonte, no entanto, esses projectos não eram tão comuns e eram feitos com condições específicas onde a relação custo benefício era praticável.

A última questão feita ao técnico do FUNAE foi: *Existem projectos do FUNAE que visam o uso de sistemas on-grid? E para quando está prevista a implementação, caso existam?* A resposta foi que sim, o projecto estava em estudo, no entanto, este não dependia somente do FUNAE e que não tinha conhecimento da data em que seria implementada a legislação e tecnologia para sistemas on-grid e preferia não especular.

b) Resultados da entrevista dirigida à técnica do Núcleo de Electrónica e Energias Renováveis

Para a primeira pergunta da entrevista: *Existem projectos do NEER que envolvem sistemas fotovoltaicos como sistemas auxiliares com comutação automática ou manual?* A resposta foi que não, a quando da sua actuação como membro do NEER de 2018 até então, não.

Em relação à segunda pergunta feita na entrevista: *Ao longo de sua carreira como engenheira de energias renováveis teve contacto com um sistema fotovoltaico que operasse de forma não isolada?* A resposta da técnica do NEER foi que sim, que na empresa onde ela actuava como engenheira de energias renováveis forneciam centrais fotovoltaicas contentorizadas para o uso em zonas remotas onde não há a rede eléctrica, e lá eram usados geradores de combustão interna para auxiliar as centrais fotovoltaicas e existia uma programação para fornecer instruções de funcionamento conjunto das fontes.

Relativamente à terceira pergunta feita na entrevista: *Que dispositivo é responsável por receber as instruções de programação e como este actua sobre o sistema como um todo?* A resposta da técnica do NEER foi que o dispositivo usado nos sistemas contentorizados denominava-se *Battery Energy Storage System (BESS)* que é o controlador do sistema e nele eram configuradas todas as instruções de funcionamento do sistema.

Em relação à quarta pergunta feita pelo entrevistador: *Que capacidade de fornecimento de energia eléctrica possuem os sistemas contentorizados e quais são os preços aplicados na sua comercialização?* A resposta da técnica do NEER foi que os sistemas mais comercializados eram os de 100KWh e os de 640KWh, comercializados a 18.668.000,00 MZN e 55.000.000,00 MZN respectivamente.

Em relação à última questão feita pelo entrevistador: *Há algum acréscimo que considere relevante para pesquisa? Caso haja peça que acrescente.* A resposta foi que havia, o acréscimo era que nos sistemas fotovoltaicos que a técnica do NEER presenciou a instalação, nenhum usava o ATS como método de comutação automática, que este somente era aplicado em uma situação em que as fontes intervenientes eram a rede eléctrica como sistema principal e um gerador de combustão interna como auxiliar.

c) Resultados da entrevista dirigida ao técnico da empresa Tlhavika

A empresa Tlhavika, por ser uma empresa mais centralizada no dimensionamento e comercialização de sistemas fotovoltaicos para o uso doméstico, o foco do autor na entrevista era colher dados sobre o investimento necessário para a aquisição de um sistema fotovoltaico para operar como auxiliar em uma instalação de uso doméstico. Assim sendo, o técnico entrevistado sugeriu disponibilizar para o autor a cotação de um sistema fotovoltaico à escolha do autor nos seguintes moldes:

- Um sistema de armazenamento para *backup*, cuja energia armazenada provém da rede eléctrica, com bateria de chumbo e inversor híbrido inteligente.
- Um sistema de armazenamento, cuja energia armazenada provém da rede eléctrica, com bateria de iões de lítio e inversor híbrido inteligente.
- Um sistema fotovoltaico com inversor, controlador e painéis solares com baterias de chumbo para operar com a rede eléctrica através de um comutador de linha.
- Um sistema fotovoltaico com inversor, controlador e painéis solares com baterias de iões de lítio para operar com a rede eléctrica através de um comutador de linha.

Desse modo, não foi mais necessário conduzir a entrevista segundo o guião de entrevista preparado. As cotações resultantes da interação com o técnico da empresa Tlhavika encontram-se nos anexos IV, V, VI e VII.

4.1.2. Resultados das entrevistas dirigidas aos residentes da província de Maputo

As entrevistas aos residentes da província de Maputo para além do guião de entrevista, tiveram como base os resultados das observações segundo os apêndices I e II. O resultado das observações apresentados no apêndice II permitiu uma conduzir as entrevista de forma mais objectiva de acordo com as informações observadas. Os depoimentos colhidos dos entrevistados dos residentes da província de Maputo foram os seguintes:

a) Resultados da entrevista dirigida à residente de Boane-Mulotana

Em relação à primeira pergunta feita pelo entrevistador: *Qual é a fonte de fornecimento de energia eléctrica a sua residência?* A resposta foi que a energia eléctrica era fornecida através de um sistema fotovoltaico isolado da rede eléctrica e que a casa toda era alimentada por este.

Relativamente a segunda pergunta feita pelo entrevistador: *Tem conhecimento da frequência com que tem ocorrido cortes no fornecimento de energia eléctrica por parte da rede eléctrica?* A resposta dada foi que não dispunha da informação visto que a sua residência não era abrangida pela rede de energia eléctrica.

Em relação à terceira pergunta da entrevista: *Tem ideia de como poderia usar um sistema fotovoltaico que já possui juntamente com a rede eléctrica?* A resposta foi que não.

No que diz respeito à quarta pergunta da entrevista: *Que avaliação faz da possibilidade de fazer o uso de um sistema fotovoltaico em conjunto com a rede eléctrica com um sistema automático para controlar a ligação da energia eléctrica em casos de cortes da rede eléctrica?* A resposta foi que fazia uma avaliação positiva principalmente porque ela já possuía um sistema fotovoltaico.

b) Resultados da entrevista dirigida à residente de Boane-Bluluane

Em relação à primeira pergunta feita pelo entrevistador: *Qual é a fonte de fornecimento de energia eléctrica a sua residência?* A resposta foi que o fornecimento de energia eléctrica era feito por duas fontes, a energia da rede eléctrica e também por um pequeno sistema fotovoltaico.

Quanto à segunda pergunta feita pelo entrevistador: *Como é feito o uso das duas fontes de energia para alimentação da mesma instalação eléctrica?* A resposta foi que o sistema fotovoltaico era usado apenas para a iluminação da casa, os electrodomésticos e o restante da instalação usavam a energia da rede eléctrica.

Em relação à terceira pergunta da entrevista: *Com que frequência se tem registado cortes no fornecimento da energia eléctrica?* A resposta foi que os cortes com duração curta, de 30 minutos á 1 hora ocorriam de duas a três vezes por semana, com maior frequência aos domingos.

Relativo à quarta pergunta da entrevista: *O que acha da possibilidade de fazer uso do sistema fotovoltaico que possui para suprir os cortes da rede eléctrica permitindo abranger mais partes da instalação eléctrica e de modo automatizado?* A resposta foi que era uma possibilidade que já se tinha cogitado, no entanto, rejeitada pelo preço alto de aquisição de um dispositivo que materializasse essa possibilidade.

c) Resultados da entrevista dirigida ao residente da Matola-Khongolote

Em relação à primeira pergunta da entrevista: *Qual é a fonte de fornecimento de energia eléctrica a sua residência?* A resposta foi que a energia eléctrica era fornecida pela concessionária de energia eléctrica nacional. No entanto, pretendia instalar um sistema fotovoltaico para operar junto com a rede eléctrica.

Quanto à segunda pergunta da entrevista: *Porque razões pretende instalar um sistema fotovoltaico para operar em conjunto com a rede eléctrica?* A resposta foi que a principal razão era a redução de custos canalizados a concessionária de energia eléctrica pelos seus serviços, objectivo à longo prazo, a outra razão era que havia necessidade de fornecimento ininterrupto de energia eléctrica.

Em relação à terceira pergunta da entrevista: *Com que frequência se tem registado cortes no fornecimento da energia eléctrica?* A resposta foi que os cortes de energia ocorriam com tal frequência que considera urgente a adopção de um sistema auxiliar, antes cogitava o uso de gerador de combustão interna, no entanto, actualmente favorecia mais a energia solar fotovoltaica.

No que concerne à quarta pergunta da entrevista: *O que acha da possibilidade de fazer uso de um sistema fotovoltaico em conjunto com rede eléctrica com um sistema automático de comutação de linha que permita otimizar o uso conjunto das fontes de energia eléctrica e de forma autónoma?* A resposta foi que já investigava nesses aspectos, no entanto, as alternativas encontradas eram caras e pouco praticáveis no seu contexto residencial.

d) Resultados da entrevista dirigida ao Residente da Matola – Muhalazi

Em relação à primeira pergunta da entrevista: *Qual é a fonte de fornecimento de energia eléctrica a sua residência?* A resposta foi que a energia eléctrica era fornecida pela concessionária de energia eléctrica nacional. No entanto, pretendia instalar um sistema fotovoltaico para operar junto com a rede eléctrica.

Concernente à segunda pergunta da entrevista: *Por que razões pretende instalar um sistema fotovoltaico para operar em conjunto com a rede eléctrica?* A resposta foi que haviam cortes frequentes no fornecimento de energia eléctrica por parte da concessionária e por períodos longos, o facto de este ter um trabalho que o obriga a passar noites fora de casa o deixava preocupado com sua família.

Quanto à terceira pergunta da entrevista: *Com que frequência se tem registado cortes no fornecimento da energia eléctrica?* A resposta foi que houve semanas em que registaram-se cortes diários de fornecimento de energia eléctrica.

Em relação à quarta pergunta da entrevista: *O que acha da possibilidade de fazer uso de um sistema fotovoltaico em conjunto com a rede eléctrica com um sistema automático de comutação de linha que permita otimizar o uso conjunto das fontes de energia eléctrica e de forma autónoma?* A resposta foi que ele precisava de um sistema assim e pediu que o autor projetasse um sistema considerando a sua demanda de energia e mandasse as cotações para que este pudesse avaliar.

4.1.3. Análise e interpretação dos dados colhidos nas entrevistas realizadas

Como se pôde notar através dos dados colhidos dos técnicos de entidades que actuam na área de energia fotovoltaica em Moçambique, sistemas de fornecimento de energia eléctrica que combinam a energia fotovoltaica com outra fonte de energia através da comutação automática são implementados usando um controlador denominado *Batery Energy Storage System* no qual são configuradas as instruções de operação conjunta das fontes de energia intevenientes. Verbalizou-se durante as entrevistas que o ATS convencional não é aplicado nos sistemas de fornecimento de energia que envolvem sistemas fotovoltaicos e que esses sistemas de fornecimento de energia normalmente são desenvolvidos para operar em escala de não menos que 100kWh.

Cortes recorrentes no fornecimento de energia eléctrica da concessionária e uma avaliação positiva da possibilidade de usar o sistema fotovoltaico como sistema auxiliar a rede eléctrica em

instalações domésticas com o uso de um sistema de transferência automática de linha são as informações colhidas dos residentes de algumas residências na província de Maputo.

As informações acima citadas evidenciam que a tecnologia de comutação automática para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar a rede eléctrica é pouco conhecida, no entanto, necessária para fazer face ao problema descrito no capítulo I do presente documento facto este que evidencia a relevância da presente pesquisa.

4.2. Resultados do dimensionamento de um sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas domésticas

Na sequência estão apresentados os resultados referentes ao dimensionamento do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas domésticas. O dimensionamento apresentado neste subcapítulo, tem como base o funcionamento e constituição do *ATS one Of Two* [21], os acréscimos feitos pelo autor são 3 comparadores de tensão e os relés de desconexão que permitem com que o sistema dimensionado esteja adaptado para operar com um sistema fotovoltaico. Os parâmetros técnicos do sistema desenvolvido pelo autor neste trabalho foram dimensionados considerando também os parâmetros da fonte auxiliar no qual este deve operar e os dados descritos nas folhas de dados dos componentes que fazem parte do sistema (sites das folhas de dados disponíveis na bibliografia).

O sistema é constituído por quatro (4) relés electromecânicos, três (3) circuitos comparadores de tensão, um (1) circuito rectificador de corrente, 3 sinalizadores LED e um sinalizador de painel 24V, um botão de emergência e 6 resistores. Os parâmetros técnicos dos componentes acima mencionados encontram-se no apêndice V.

O sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas domésticas tem o seu funcionamento baseado na presença ou ausência da energia proveniente da rede eléctrica e também a quantidade de energia ou nível de carga presente no sistema de armazenamento do sistema fotovoltaico. A quantidade de carga presente no sistema é equivalente à tensão DC na entrada do controlador de carga. Com base na quantidade de carga, o sistema auxiliar alimenta de forma separada três (3) grupos de circuitos:

circuito de cargas normais, circuito de cargas prioritárias e circuito de cargas de emergência. Para tal feito, o sistema foi dimensionado de acordo com o diagrama de blocos apresentado abaixo.

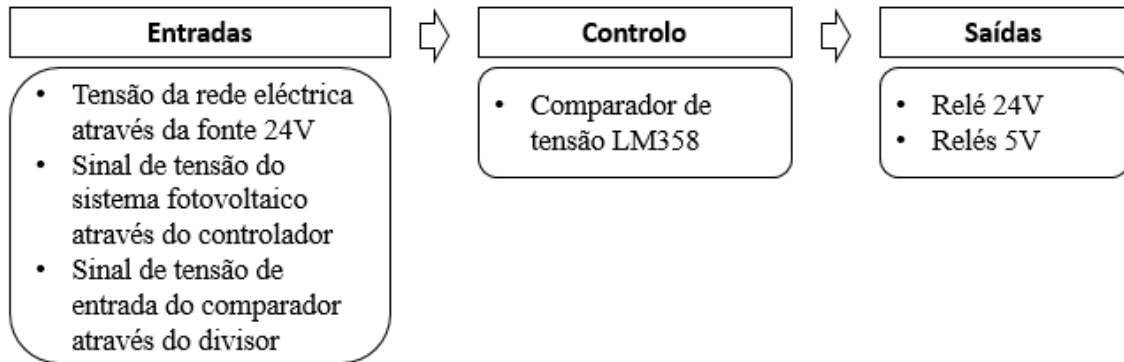


Figura 7. Diagrama de blocos de um sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas domésticas.

Fonte: Autor (2022)

Para melhor compreensão, o diagrama de blocos acima ilustrado e seus constituintes é descrito em detalhes a seguir.

4.2.1. Entradas do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações domésticas

O sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas domésticas tem como entradas a tensão eléctrica da rede eléctrica e os níveis de tensão DC lidos no controlador de carga do sistema fotovoltaico. Ambos são modificados (de 220VAC da tensão da rede para 24VDC e de 12.5VDC, 11.8VDC e 11.3VDC da tensão do controlador para 7VDC) de modo que apresentem parâmetros que se adequam ao circuito de controlo do sistema.

Os sinais de entrada possuem os seguintes parâmetros:

- 24 V e 3A lidos da energia da rede eléctrica;
- 12,5 e 50mA V lidos da energia armazenada da geração fotovoltaica;
- 11,8 V e 50mA lidos da energia armazenada da geração fotovoltaica;
- 11,3 V e 50mA lidos da energia armazenada da geração fotovoltaica;

- 7V e 1A provenientes do regulador de tensão, usada como tensão eléctrica de referência nos comparadores de tensão;

4.2.2. Controlo do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica

O controlo do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas domésticas é feito pela presença ou ausência da energia da rede eléctrica e também pelo nível de tensão DC que apresenta o sistema fotovoltaico.

Para detectar a presença ou ausência da rede eléctrica, a tensão da rede eléctrica passa por um transformador abaixador 220 V – 30 V, também pela ponte de díodos e pelo capacitor electrolítico de 220 uF e por fim por um regulador de tensão 24V/1A. Nessas condições, o circuito de controlo adequa-se aos parâmetros do circuito actuado, ou seja, a saída do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas domésticas.

Para detectar a quantidade de carga presente no sistema de armazenamento do sistema fotovoltaico e definir quais cargas eléctricas o sistema fotovoltaico deve alimentar, para o circuito de controlo, foram dimensionados três (3) comparadores de tensão baseados no circuito integrado LM 358.

Segundo dados recolhidos pelo autor em Maio do ano em curso, através da observação em um sistema fotovoltaico instalado na zona de Mulotana, com sistema de armazenamento configurado para tensão de 12V, a tensão DC entre o controlador de carga e o sistema de armazenamento tem os limites 13,3V e 11,3V entre a carga máxima e a descarga completa (a um nível seguro para sua conservação e longevidade) respectivamente. A variação da tensão é proporcional à quantidade de energia presente no sistema de armazenamento.

O circuito de controlo actuará nos níveis de tensão 12,5V, 11,8V e 11,3 V que correspondem respectivamente 40%, 75% e 100% da descarga segura do sistema de armazenamento.

Cada comparador de tensão funciona com base em três (3) tensões eléctricas: a tensão eléctrica lida directamente no sistema fotovoltaico, a tensão eléctrica de referência e a tensão eléctrica de saída. A tensão eléctrica lida no sistema fotovoltaico passa por um divisor de tensão, a tensão eléctrica de referência e a tensão eléctrica de saída são reguladas à 7V por um regulador de tensão. Os cálculos matemáticas para os divisores de tensão apresentam-se a seguir:

➤ **Para o comparador A**

Tendo como tensão de entrada = 12,5V: $RA2 = \left(\frac{V_{in}}{V_{out}} - 1\right) \times RA1 \leftrightarrow RA2 = \left(\frac{12,5}{7} - 1\right) \times 1000 \Omega$

Pretende-se uma tensão de actuação de 7V

Tem-se **RA2 = 785,71 Ω**

Com uma resistência RA1= 1000 Ω

➤ **Para o comparador B**

Para tensão de entrada de 11,8V: $RB2 = \left(\frac{V_{in}}{V_{out}} - 1\right) \times RB1 \leftrightarrow RB2 = \left(\frac{11,8}{7} - 1\right) \times 1000 \Omega$

Petendendo a tensão de actuação de 7V

Tem-se **RB2 = 685,71 Ω**

Com resistência RB1= 1000 Ω

➤ **Para o comparador C**

Tendo como tensão de entrada = 11,3V: $RC2 = \left(\frac{V_{in}}{V_{out}} - 1\right) \times RC1 \leftrightarrow RC2 = \left(\frac{11,3}{7} - 1\right) \times 1000 \Omega$

Pretende-se uma tensão de actuação de 7V

Tem-se **RC2 = 614,32Ω**

Com Resistência RC1= 1000 Ω

As resistências calculadas para todos os comparadores possuem valores indisponíveis no mercado. Nesse contexto, o autor usou para a construção do protótipo resistores variáveis com suas resistências entre os 0 aos 1000Ω, estas também permitem compensar desvios que possam surgir nas tensões eléctricas em sistema de armazenamento 12V.

A seguir encontra-se a figura do circuito comparador de tensão com o respectivo divisor de tensão eléctrica dimensionado nesta pesquisa e referido nos textos acima.

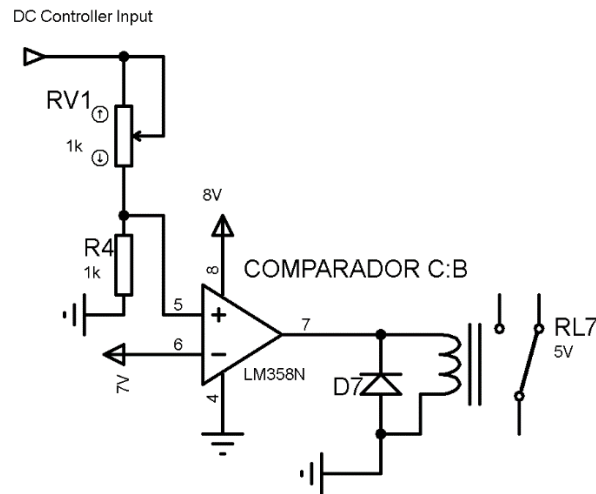


Figura 8. Circuito comparador de tensão eléctrica dimensionado para o sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas de uso doméstico

Fonte: Modificado segundo [9]

4.2.3. Saída do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica de distribuição

A saída do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas domésticas é feita por 4 relés, devididos em 2 grupos. O primeiro grupo é constituído por 1 relé cuja finalidade é actuar pela presença ou ausência da energia da rede eléctrica e transferir as cargas para a alimentação através do sistema fotovoltaico. O segundo grupo é constituído pelos restantes 3 relés que são responsáveis pela desconexão das cargas consoante o nível de energia que o sistema de armazenamento possui actuando sequencialmente com as seguintes acções:

- Desconectar as cargas normais acima de 40% de descarga do sistema de armazenamento, mantendo as cargas prioritárias e de emergência;
- Desconectar as cargas prioritárias acima de 75% da descarga do sistema de armazenamento, mantendo somente as cargas de emergência.
- Desconectar as cargas de emergência quando o armazenamento atingir o limite de descarga segura (100%).

Após essas três etapas, o sistema só se modifica caso haja aumento da carga no sistema de armazenamento ou pela presença da energia da rede eléctrica. Abaixo encontra-se o fluxograma que descreve o funcionamento do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas domésticas.

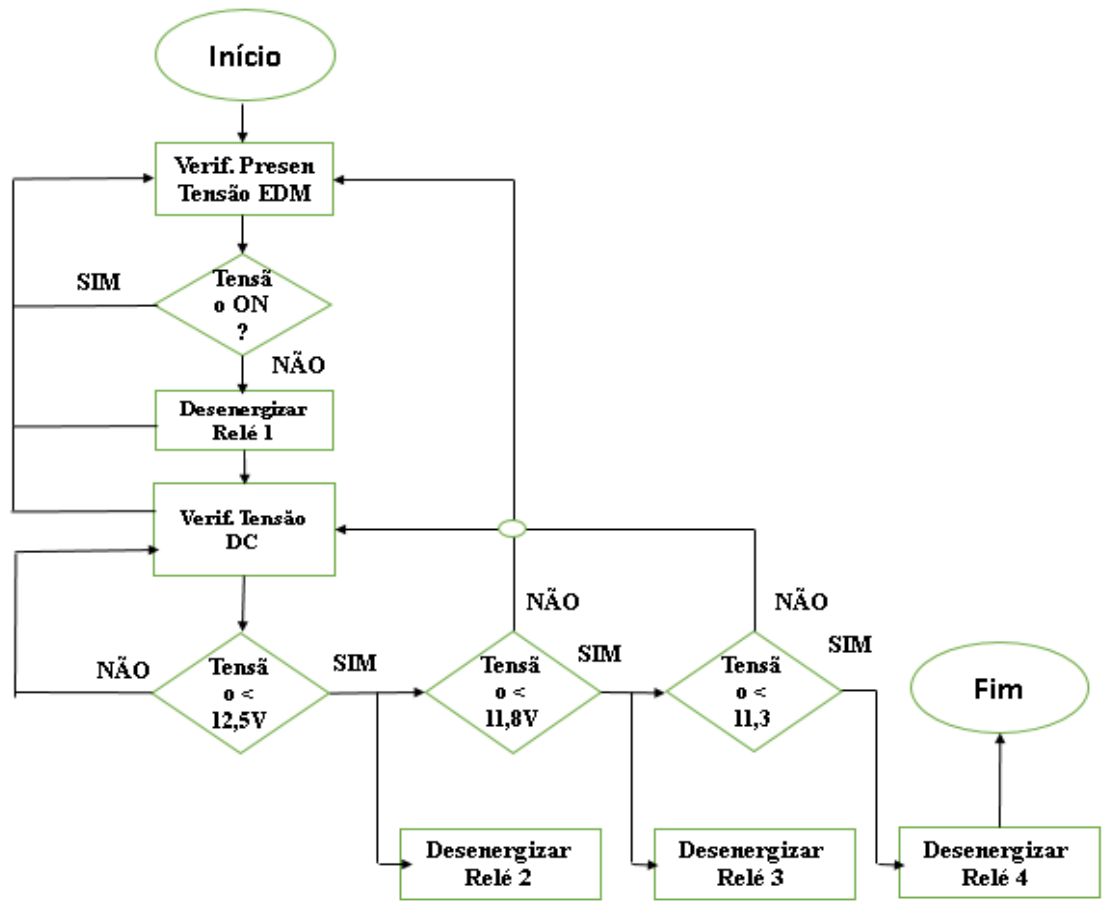


Figura 9. Fluxograma do funcionamento de um sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas de uso doméstico

Fonte: Autor (2023)

O fluxograma acima é a representação gráfica do funcionamento do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas de uso doméstico. Abaixo encontra-se ilustrado o seu diagrama eléctrico.

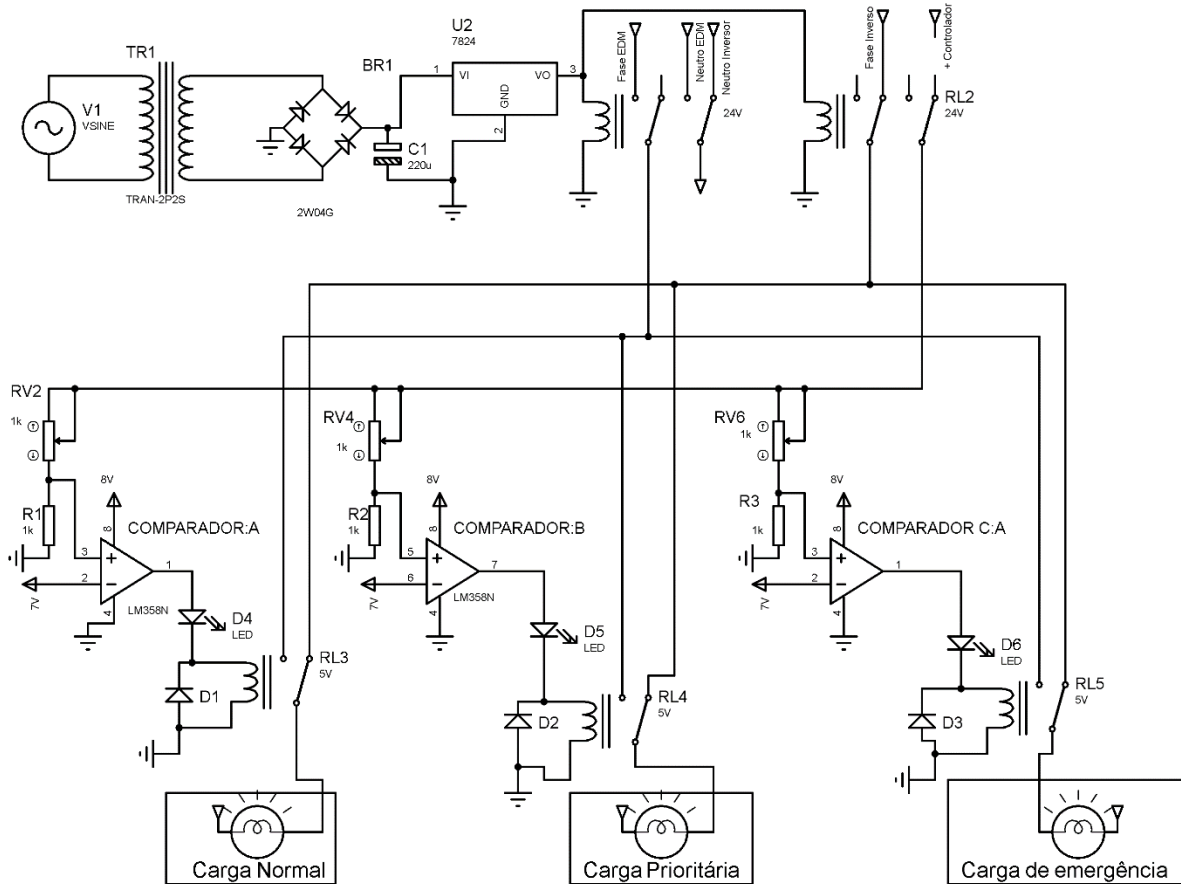


Figura 10. Diagrama elétrico de um sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede elétrica em instalações elétricas de uso doméstico

Fonte: Autor (2023)

4.3. Resultados da construção do protótipo de um sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede elétrica em instalações elétricas de uso doméstico

A construção do protótipo de um sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede elétrica em instalações elétricas de uso doméstico sucedeu através das seguintes etapas:

Etapa 1 - Aquisição e reunião do material elétrico e eletrônico, placa de teste de protótipos, placa de circuito e da estrutura de montagem (caixa estanque).

Etapa 2 - Interligação dos componentes electrónicos na placa de teste de protótipos.

Etapa 3 - Interligação dos componentes em uma placa matriz universal de circuitos.

Etapa 4 - Montagem do circuito e fixação do circuito em uma caixa estanque.

A figura abaixo apresenta o protótipo do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas de uso doméstico com a construção concluída.

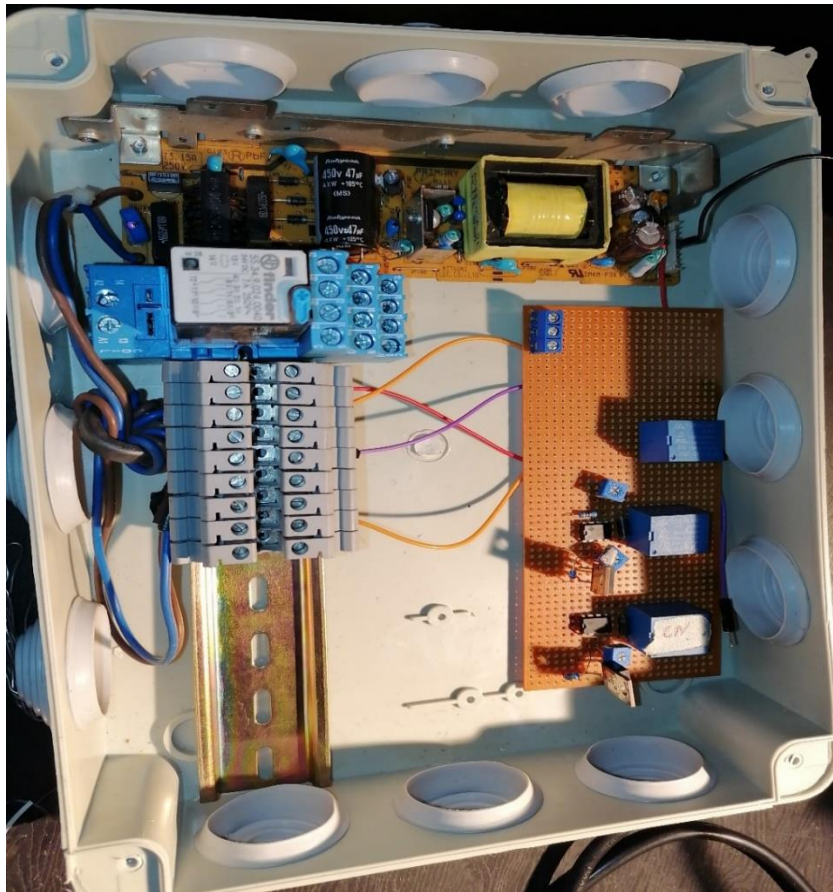


Figura 11. Sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações domésticas, imagem interior.

Fonte: Autor (2023)

4.4. Resultados da avaliação do desempenho do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas de uso doméstico

Após a construção e testes laboratoriais repetidos do protótipo do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas de uso doméstico, a avaliação feita sob ponto de vista de desempenho é a seguinte:

- O relé accionado pela presença da energia da rede eléctrica realiza a manobra de comutação de seus contactos em aproximadamente 2 segundos;
- Os relés accionados pelos comparadores realizam a manobra de comutação de seus contactos em aproximadamente um décimo de segundo;
- O sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar a rede eléctrica em instalações eléctricas de uso doméstico transfere a carga da fonte convencional para a fonte fotovoltaica de forma automática com sucesso;

Algumas vantagens do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas de uso doméstico são:

- Possibilita a adopção de sistemas integrados de energias renováveis em instalações de uso doméstico;
- Promove a confiabilidade das fontes de energia eléctrica, pois contribui para o funcionamento ininterrupto do fornecimento da energia eléctrica à instalação eléctrica;
- Realiza a manobra de transferência de linha de forma segura, eliminando os riscos que podem surgir ao fazer a manobra manualmente, principalmente quando em um ambiente sem iluminação;
- Possui componentes disponíveis no mercado local (nacional);

Algumas desvantagens do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas de uso doméstico são:

- Possui um circuito relativamente complexo;
- Necessita de ajuste de parâmetros técnicos para modificar a operação em sistema com armazenamento em 12V para 24V.

CAPÍTULO V: CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Neste capítulo são apresentadas as conclusões e sugestões da pesquisa com base nos objectivos específicos, nas hipóteses e nos resultados da pesquisa.

5.1. Conclusões

Em concordância com os resultados apresentados, analisados e interpretados no capítulo IV conclui-se que:

- a) Os dados relacionados ao método de transferência de linha na comutação entre a concessionária de energia eléctrica e uma fonte auxiliar são os seguintes: as características de funcionamento da fonte auxiliar envolvida, o modo de actuação do método de transferência automática de linha e o fim ao qual se aplicam as fontes. Das fontes mais usadas no país destacam-se o ATS para o uso de geradores de combustão interna como fonte auxiliar de energia eléctrica e o BESS em geração de energia fotovoltaica em escalas acima de 100kWh.
- b) Os dados técnicos levados em conta no dimensionamento do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas domésticas são:
 - As tensões eléctricas de operação de 3 amplificadores operacionais LM 358N 35V/1A;
 - A tensão e corrente eléctrica de operação de 1 relé de comutação de 24V/600mA;
 - A tensão e corrente eléctrica de operação de 3 relés electromecânicos de 5V/600mA;
 - A tensão e corrente eléctrica de operação dos 3 LED's indicadores de 1,6V-3,8V/50mA e de 1 sinalizador com tensão eléctrica de 24V;
 - A quantidade de carga presente no sistema de armazenamento do sistema fotovoltaico;
- c) Os materiais usados para a construção do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas domésticas são: placa de ensaio de circuitos, uma placa matriz para interligação dos componentes, resistências eléctricas, relés, comparadores de tensão, material para estanhar, parafusos para fixação, caixa estanque e cola quente para fixação e fios condutores.
- d) A avaliação do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas domésticas foi

positiva, pois faz a transferência automática de linha entre a rede eléctrica e o sistema fotovoltaico com sucesso.

Confrontação entre as conclusões e as hipóteses revela que as hipóteses definidas no trabalho foram confirmadas com excepção da segunda hipótese, pois para a materialização do trabalho houve a modificação da quantidade de alguns componentes e também foram eliminados dois componentes conforme o descrito a seguir:

- ❖ Redução da quantidade de Amplificadores operacionais LM358 de 4 para 3;
- ❖ Redução do número de Reguladores de tensão de 5 para 4;
- ❖ Redução do número de LED de 4 para 3;
- ❖ Redução do número de resistores de 15 para 6;
- ❖ Redução do número de relés de 11 para 4;
- ❖ Eliminação de transístores, ponte retificadora;

Podemos concluir que houve uma redução significativa do material em quantidade e um aumento em qualidade com o acréscimo de um dispositivo de segurança, o que contribuiu directamente na relação custo benefício do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações eléctricas domésticas.

5.2.Sugestão

Por forma a obter maior aproveitamento do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações domésticas, o autor sugere que em projectos futuros se estude a possibilidade de canalizar parte da energia produzida pelo sistema fotovoltaico para o uso em algumas cargas eléctricas mesmo quando presente a energia da concessionária. Essa medida para além possibilitar a redução considerável do consumo da energia da rede eléctrica, possibilitará o uso pleno do sistema fotovoltaico em seus momentos de maior produção.

BIBLIOGRAFIA

- [1].UNIDO. *sector privado aposta em energias renováveis* [online] Disponível na internet via WWW. URL: <https://mozambique.un.org/index.php/pt/177908-com-apoio-da-unido-sector-privado-aposta-em-energias-renovaveis> consultado aos 25 de Setembro de 2022 pelas 14h:45min.
- [2].República de Moçambique. *Programa Quinquenal do Governo 2020-2024*. Maputo 2020.
- [3].HALIDAY, D. et al.. *Fundamentos de física 3: Electromagnetismo*, 4ª Ed. Rio de Janeiro, LTC editora, 1983.
- [4].IBRAHIM, S. A. A.. *Automatic transfer switch (ats) one out of two*. Sharkia, International Journal of research and Applications, Zagazig University, 2020.
- [5].GOLDENERGY. *Rede Elétrica*. [online] Disponível na internet via WWW. URL: <https://goldenergy.pt/glossario/rede-eletrica/> consultado aos 05 de Janeiro de 2023 pelas 14h:08min
- [6].GOLDENERGY. *Sistema de Auxiliar*. [online] Disponível na internet via WWW. URL: <https://goldenergy.pt/glossario/sistema-energia-auxiliar/> consultado aos 09 de Janeiro de 2023 pelas 16h:38min.
- [7].HALIDAY, D. et al.. *Fundamentos de física 3: Electromagnetismo*, 4ª Ed. Rio de Janeiro, LTC editora, 1983.
- [8].MATIAS, José Vagos & LEOTE, Ludgero Paula. *Automatismos industriais: Comando e Regulação*, 7ª Ed. Lisboa, Didática editora, 1993.
- [9].MÉTODO DIGITAL. *Amplificadores Operacionais: Aplicações* [online] Disponível na internet via WWW. URL <https://materialpublic.imd.ufrn.br/curso/disciplina/1/47/9/3> consultado aos 21 de Setembro de 2023 pelas 22h:25min.
- [10]. NASSABAY, A. N. S.. *Geração de Energia Fotovoltaica para Cargas Pontuais em Residências*. Monografia científica de licenciatura em Engenharia Eléctrica. Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá. São Paulo, Universidade Estadual Paulista, 2011. 97p.
- [11]. NEOSOLAR *Sistemas De Energia Solar Fotovoltaica E Seus Componentes*. [online] Disponível na internet via WWW. URL: <https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes> consultado aos 10 de Maio de 2022 pelas 13h:21

- [12]. PORTAL SOLAR. *Geração distribuída de energia (GD): o que é, regras, benefícios e como fazer parte*. [online] Disponível na internet via WWW. URL: <https://www.portalsolar.com.br/geracao-distribuida-de-energia.html> consultado aos 20 de Janeiro de 2023 pelas 15h:35min.
- [13]. PORTAL SOLAR. *Sistema Solar On Grid (Conectado À Rede)*. [online] Disponível na internet via WWW. URL: <https://www.portalsolar.com.br/sistema-solar-conectado-a-rede-on-grid> consultado aos 20 de Julho de 2021 pelas 13h:20min;
- [14]. INTELBRAS. *Sistemas fotovoltaicos híbridos*. [online] Disponível na internet via WWW. URL: <https://blog.intelbras.com.br/sistemas-fotovoltaicos-hibridos/> Consultado aos 20 de Janeiro de 2023 pelas 15h:50min.
- [15]. BENITO, Tomás Pareles. *Práticas de energia solar fotovoltaica*, Porto, Publindústria editores, 2011.
- [16]. PEREIRA, Filipe Alexandre & OLIVEIRA, Manuel Ângelo. *Curso técnico instalador de energia solar fotovoltaica*, Porto, Publindústria editores, 2015.
- [17]. ABNT. *NBR-5410. Instalações eléctricas de baixa tensão*. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2004.
- [18]. JCLAUDIO. *Motores e Geradores: Informações técnicas sobre grupos geradores* [online] Disponível na internet via WWW. URL: <https://www.joseclaudio.eng.br/energia/cargas> consultado aos 21 de Setembro de 2023 pelas 21h:50min.
- [19]. ABNT. *NBR-10898. Sistema de iluminação de emergência*. 1ª ed. Rio de Janeiro, 1999.
- [20]. EATON. *Fundamentals of automatic transfer switches (ATS)*. [online] Disponível na internet via WWW. URL: <https://www.eaton.com/us/en-us/products/low-voltage-power-distribution-control-systems/automatic-transfer-switches/automatic-transfer-switch-fundamentals.html> consultado aos 10 de Fevereiro de 2023 pelas 11h:50min.
- [21]. WIKIPEDIA. *Transfer Switch*. [online] Disponível na internet via WWW. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Transfer_switch consultado aos 10 de Fevereiro de 2023 pelas 13h:50min.
- [22]. Lorentz. *PowerPack150s. DC Power Supply for PS2 pump system*. Henstedt-Ulzburg.

- [23]. Lorentz. *SmartPSUK2-100. AC/DC Convert to supply PSK2 pump systems with Power from a Generator of Grid Supply*. Henstedt-Ulzburg.
- [24]. PRODANOV, Cleber Cristiano & FREITAS, Ernani Cesar. *Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico*, 2ª Ed. Rio Grande do Sul, Editora Feevale, 2013.
- [25]. GIL, Antônio Carlos. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. 4ª Ed. São Paulo, Atlas S.A., 2002.
- [26]. LAKATOS, Eva Maria & MARCONI, Marina de Andrade. *Técnicas de Pesquisa*. 5ª Ed. São Paulo, Editora Atlas S.A. 2002.
- [27]. Comissão de Revisão central. *Normas para produção de trabalhos científicos na Universidade Pedagógica*. Universidade Pedagógica. 2009.

Sites para folhas de dados

- [28]. Folha de dados do Amplificador operacional comparador de tensão LM358n [online] Disponível na internet via WWW. URL: <https://www.alldatasheet.com/datasheetpdf/pdf/3073/MOTOROLA/LM358N.html> consultado aos 25 de Julho de 2023 pelas 19h:52min.
- [29]. Folha de dados do Regulador de tensão LM7807 [online] Disponível na internet via WWW. URL: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/1132367/TAITRON/LM7807.html> consultado aos 25 de Julho de 2023 pelas 20h:23min.
- [30]. Folha de dados do Relé 24V Finde Type 94.04 [online] Disponível na internet via WWW. URL: <https://www.datasheetarchive.com/pdf/download.php?id=172e95b2a94d64d60c9b01131f42ecf6915670&type=P&term=finder%252094.04> consultado aos 25 de Julho de 2023 pelas 19h:20min.
- [31]. Folha de dados do Relé 5V Tongling JQC-3FF-S-Z [online] Disponível na internet via WWW. URL: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/1492304/ETC/JQC-3FF-S-Z.html> consultado aos 25 de Julho de 2023 pelas 19h:42min.

Apêndices

Apêndice I: Guião de Observação

A tabela abaixo apresenta os ítems lavados em conta para a coleta de dados através do método de observação em algumas residências da província de Maputo e também os dados dos indivíduos que participam desta observação.

Local de instalação do sistema	Superintendente responsável da residência	Dados á observar da residência
Boane-Beluluane	Sra. Jussara Narciso (861148743)	1 - Estado do sistema auxiliar de energia eléctrica; 2 - Cargas alimentadas pelo sistema auxiliar de energia eléctrica; 3 - Capacidade de produção do sistema auxiliar de energia eléctrica; 4 – Método de comutação entre o sistema auxiliar e a rede eléctrica 5 - Tensão de operação do sistema auxiliar de energia;
Boane Mulotana	Eng ^a Magna Almoço (843759014)	1 - Estado do sistema; 2 - Cargas alimentadas; 3 - Capacidade de produção; 4 - Tensão de operação; 5 - Valores de tensão no armazenamento; 6 - Método de comutação entre o sistema auxiliar e a rede eléctrica.
Matola-Khongolote	Sr. Jesué Ferreira (852474267)	1 - Estado do sistema; 2 - Cargas alimentadas; 3 - Capacidade de produção; 4 - Método de comutação entre o sistema auxiliar e a rede eléctrica.

Matola- Khongolote	Sr. Keven Moiana (844066051)	1 - Estado do sistema; 2 - Cargas alimentadas; 3 - Capacidade de produção; 4 - Método de comutação entre o sistema auxiliar e a rede eléctrica.
Matola – Muhalagi	Sr. Amílcar (843984871)	1 - Estado do sistema; 2 - Cargas alimentadas; 3 - Capacidade de produção; 4 - Método de comutação entre o sistema auxiliar e a rede eléctrica.

Apêndice II. Resultados da coleta de dados através do método de observação

Local de instalação do sistema	Dados observados da residência	Estado do item observado
Boane-Beluluane (Sra. Jussara Narciso)	1 - Estado do sistema auxiliar de energia eléctrica; 2 - Cargas alimentadas pelo sistema auxiliar de energia eléctrica; 3 - Capacidade de produção do sistema auxiliar de energia eléctrica; 4 - Tensão de operação do sistema auxiliar de energia; 5. – Método de comutação entre o sistema auxiliar e a rede eléctrica	1 – Estado operacional; 2 - Iluminação interior e exterior; 3 - 1200Wp 4 - 12V; 5 – (Não possui)
Boane Mulotana (Eng ^a Magna Almoço)	1 - Estado do sistema; 2 - Cargas alimentadas; 3 - Capacidade de produção; 4 - Tensão de operação; 5 - Valores de tensão no armazenamento; 6 - Método de comutação entre o sistema auxiliar e a rede eléctrica.	1– Estado operacional; 2 - Iluminação interior e exterior; 3 - 380Wp; 4 - 12V; 5 – 11.3V, 12.1V, 12.6V, 13.3V; 6 – (Não possui)
Matola-Khongolote (Sr. Jesué Ferreira)	1 - Estado do sistema; 2 - Cargas alimentadas; 3 - Capacidade de produção; 4 - Método de comutação entre o sistema auxiliar e a rede eléctrica.	1 – Estado Projecto; 2 - Iluminação interior; 3 – 2400Wp; 4- (Não possui).
Matola-Khongolote	1 - Estado do sistema; 2 - Cargas alimentadas; 3 - Capacidade de produção;	1 – Estado Projecto;

(Sr. Keven Moiana)	4 - Método de comutação entre o sistema auxiliar e a rede eléctrica.	2 - Iluminação e refrigeradores comerciais. 3 - 3000Wp. 4 – (Não possui)
Matola – Muhalazi (Sr. Amílcar)	1 - Estado do sistema; 2 - Cargas alimentadas; 3 - Capacidade de produção; 4 - Método de comutação entre o sistema auxiliar e a rede eléctrica.	1 – Estado Projecto; 2 - Iluminação interior, exterior e electrodomésticos básicos. 3 – (Não possui) 4 – 700Wp.

Apêndice III: Guião da entrevista dirigida aos técnicos do FUNAE, NEER e Tlhavika

26.04.2022

Esta entrevista tem como objectivos colher informações sobre sistemas fotovoltaicos como auxiliar a rede eléctrica com comando automática. A entrevista é dirigida ao técnico da entidade [nome da entidade] a qual agradeço por consentir a breve entrevista com base nas questões abaixo listadas:

1. Existem projectos do(a) [nome da entidade] que envolvam sistemas fotovoltaicos como sistema auxiliar com comando automático ou por telemetria?
2. Qual é o principal dispositivo que garante o controlo para comando de sistemas fotovoltaicos com comutador automático?
3. Que característica torna um projecto elegível a um sistema de comutação automática? Ou o que torna indispensável que haja comutação num projecto de sistema fotovoltaico (centrais, projectos específicos).
4. Há algum projecto em que a empresa já trabalhou que envolve a instalação desses sistemas em ambientes domésticos para indivíduos singulares?
5. Existe projectos da [nome da entidade] que visam o uso de sistemas on-grid? Para quando está prevista a implementação



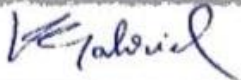
Apêndice IV: Guião de entrevista dirigida aos residentes da província de Maputo

19.01.2023

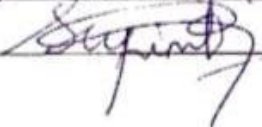
Esta entrevista tem como objectivos colher informações sobre a aplicação de sistemas auxiliares para minimizar os efeitos dos cortes de fornecimento pela rede eléctrica e sistemas fotovoltaicos como auxiliar a rede eléctrica com comando automática. A entrevista é dirigida a (ao) [nome do indivíduo] a qual agradeço por consentir a breve entrevista com base nas questões abaixo listadas:

1. Qual é a fonte de fornecimento de energia eléctrica a sua residência?
2. Tem conhecimento da frequência com que tem ocorrido cortes no fornecimento de energia eléctrica por parte da rede eléctrica?
3. Tem ideia de como poderia usar um sistema fotovoltaico que já possui juntamente com a rede eléctrica?
4. Que avaliação faz da possibilidade fazer o uso de um sistema fotovoltaico em conjunto com a rede eléctrica com um sistema automático para controlar a ligação da energia eléctrica em casos de cortes da rede eléctrica?

Apêndice V: Ficha de consentimento dos técnicos do FUNAE, NEER, Thavika e dos residentes da província de Maputo para a entrevista e observação

Nr.	Nome e apelido	Técnica de pesquisa aplicada	Assinatura
1.	Ana Dionênica Munquambi	Entrevista	
2.	Magna Almoço	Entrevista e observação	Magna
3.	Jesue Ferreira	Entrevista e observação	Jesue
4.	Amílcar Guarre	Entrevista e observação	Amílcar
5.	Abel Beane	Entrevista	
6.	Kvém Gabriel e. Marano	Entrevista e observação	
7.	Jussara Narciso S. M. Vitorino	Entrevista e observação	Jussara

Nome do Pesquisador: Luís Manuel

Assinatura do pesquisador: 

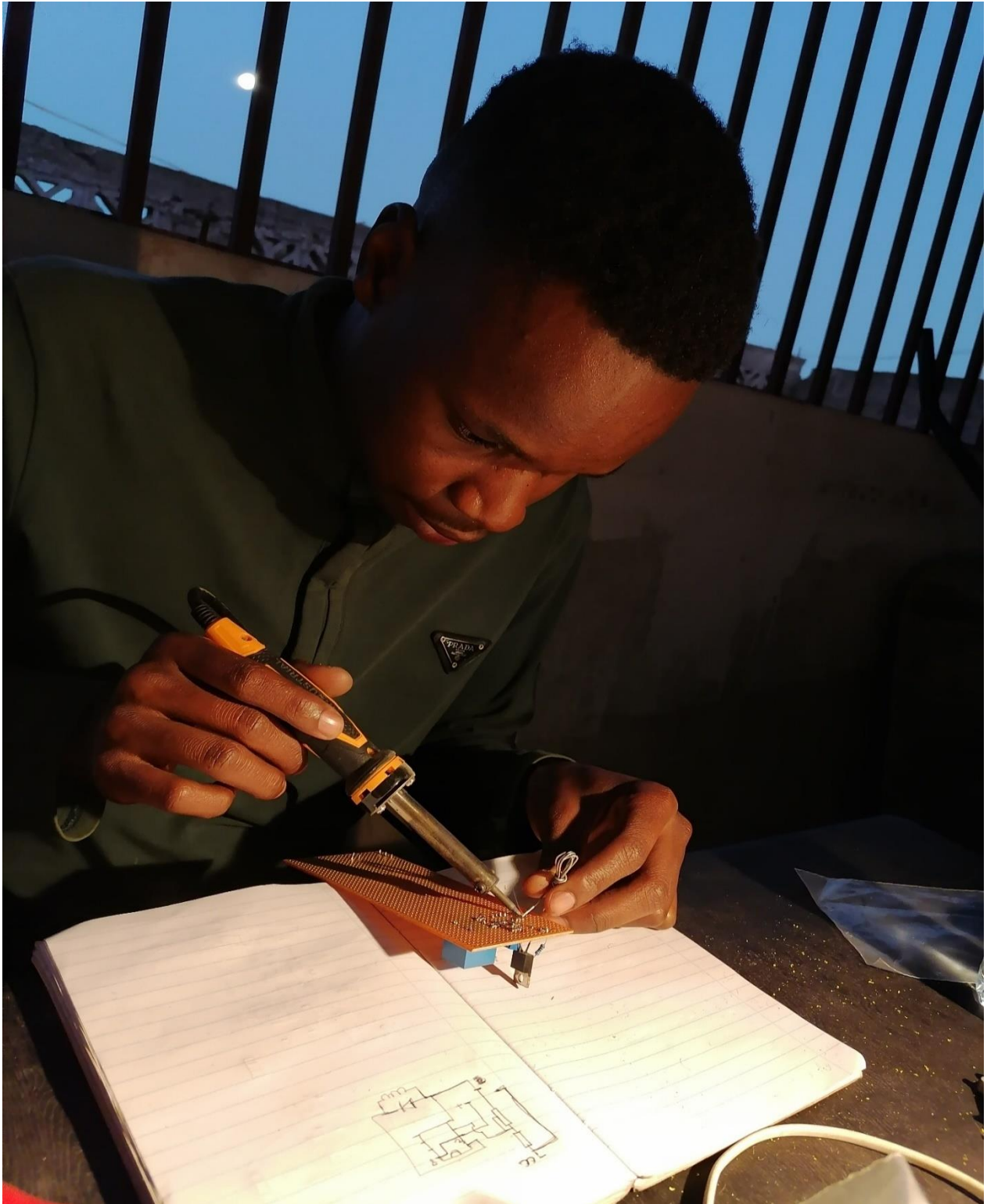
Apêndice VI: Alguns componentes do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações domésticas e os respectivos parâmetros técnicos.

Componente	Parâmetros de operação		Preço por unidade
	Tensão	Corrente	
Amplificador Operacional (LM385)	35V	1A	50,00MZN
Fonte de tensão	24.4V	5A	Reutilizada
Regulador de Tensão	4V – 36V	1A	35,00MZN
LED	1,6V – 3,8V	50mA	25,00MZN
Resistor	-	-	30,00MZN
Relés	5V e 24V	600mA	390,00MZN
Botão de emergência	400V	-	550MZN
Sinalizador	24V	-	200MZN

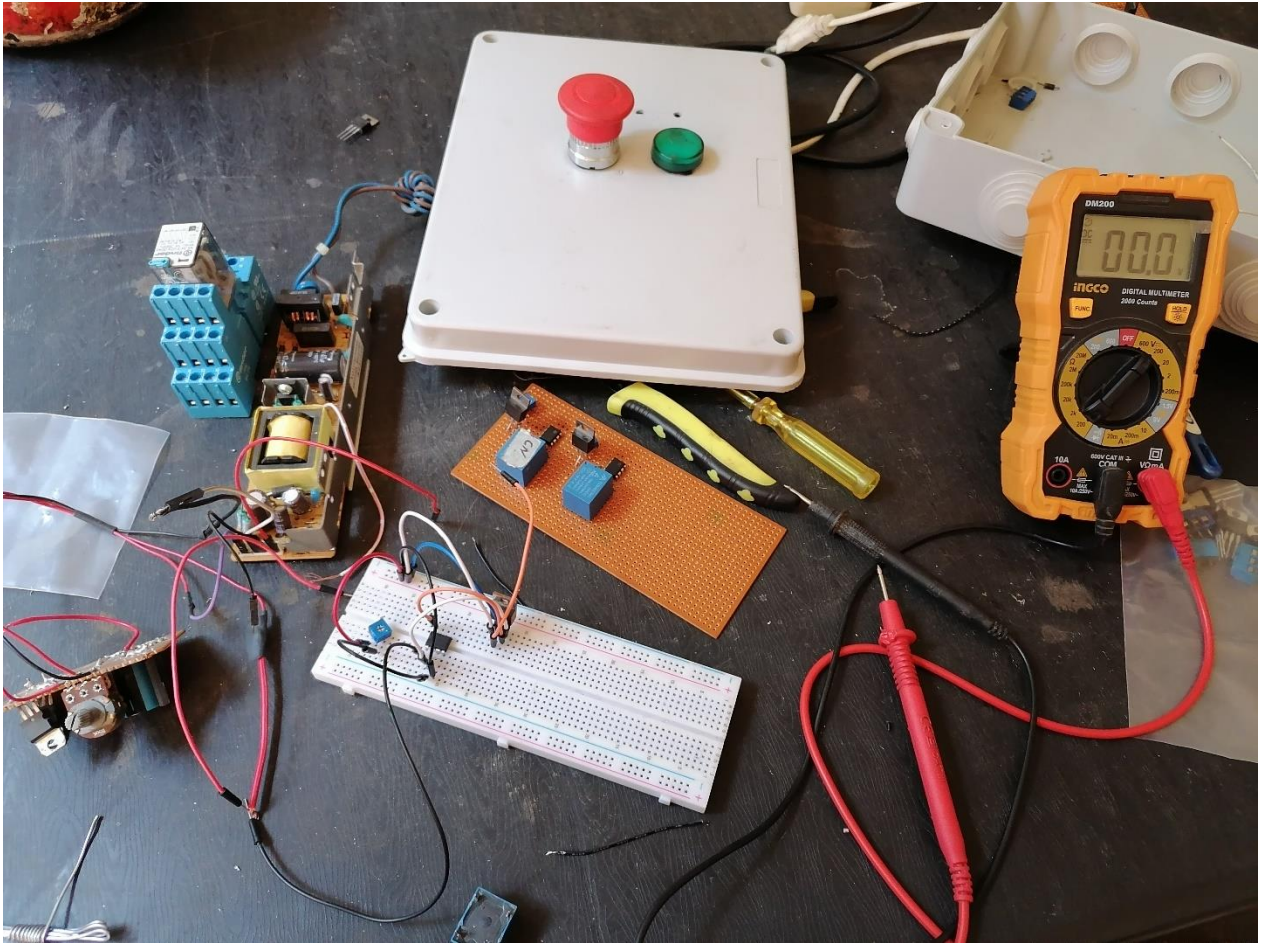
Apêndice VII. Planificação da construção do protótipo do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações domésticas: Reunião de materiais e ferramentas.



Apêndice VIII. Planificação da construção do protótipo do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações domésticas: Ensaio do posicionamento dos componentes do circuito na placa matriz.



Apêndice IX. Teste do circuito do protótipo do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações domésticas em placa de protótipos.





Apêndice X. Testes do circuito do protótipo do sistema de transferência automática de linha para o uso de sistemas fotovoltaicos como auxiliar à rede eléctrica em instalações domésticas no laboratório.



Anexos

Anexo I: Credencial dirigido ao Fundo de Energia



 Faculdade de Engenharia e Tecnologia

Campus da Lhangwene, Av de Trabalho, 2482, Maputo Tel: +258 82 241 4880

CREDECIAL

À FUNAE

Credencia-se o(a) Corrúcio Manuel Supindo


Portador(a) do Bilhete de Identidade 100104649129N, emitido pelo Arquivo de Identificação Civil de Cidade de Maputo aos 01 de Janeiro de 2013


Filho(a) Manuel M. Supindo de Angélica Basilio

estudante do 5º Ano do Curso de Eng. Electrónica, a fim de efectuar a recolha de dados para Pesquisa Científica, junto aos especialistas na área de Projeto e Montagem de Sistemas foto V.

Mais se informa que a duração da consulta será de 2 dias.

Maputo, aos 18 de abril de 2022




25/04/2022

Anexo II: Credencial dirigido à empresa TLHAVIKA



FET
Faculdade
de Engenharias
e Tecnologias

Campus da Lhanguene, Av de Trabalho, 2482, Maputo Tel: +258 82 241 4880

CREDENCIAL

Tlhavi Ka

Credencia-se à(a) Mourício Manuel Supinho.

Portador(a) do Bilhete de Identidade 1001046491292, emitido pelo Arquivo de Identificação Civil de Cidade de Maputo, aos 01 de Fevereiro de 2019.

Filho(a) Manuel B. Supinho e de Angélica Rosália.

estudante do 5º Ano do Curso de Eng. Electrónicas, a fim de

efectuar a recolha de dados para Projeto de Pesquisa, junto aos

especialistas na área de Projeto e Montagem de S. Fotovoltaicos

Mais se informa que a duração da consulta será de 1 dias.

Maputo, aos 18 de Abril de 2022



Anexo III: Credencial dirigido ao Núcleo de Electrónica e Energias Renováveis



Direcção

Campus de Lhangene, Av. de Trabalho, 2482, Maputo Tel: +258 82 241 4830

CREDENCIAL

À Núcleo de Electrónica e Energias Renováveis

Credencia-se o(a) Estúcio Manuel Sapinho,
 Portador(a) do Bilhete de Identidade 1001046491292, emitido pelo Arquivo
 de Identificação Civil de Cidade de Maputo, aos 01 de Dezembro de 2019
 Filho(a) Amélia Rosália e de Manuel Bacapitane,
 estudante do 5.º Ano do Curso de Eng. Electrónica e Telecomunicações a fim de
 efectuar a recolha de dados para o Trabalho de Pesquisa, junto aos
 especialistas na área de Energias Renováveis.

Mas se informa que a duração da consulta será de 10 dias.

Maputo, aos 20 de Março de 2023



Contacto:

Recebi
 Uraini Stefano
 29.03.2023

