



**FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
CURSO DE ENGENHARIA ELÉCTRICA**

RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

Título:

**Redimensionamento de um Posto de Transformação como estratégia para
melhorar a qualidade de energia eléctrica no Bairro das Mahotas-Caso de
estudo do PT136-Cidade de Maputo**

AUTOR:

Correia, José Eduardo Gaspar

SUPERVISOR:

Engº José Chissico

Maputo, Julho de 2022



FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
CURSO DE ENGENHARIA ELÉCTRICA

RELATÓRIO DO ESTÁGIO PROFISSIONAL

Título:

**Redimensionamento de um Posto de Transformação como estratégia para
melhorar a qualidade de energia eléctrica no Bairro das Mahotas-Caso de
estudo do PT136-Cidade de Maputo**

AUTOR:

Correia, José Eduardo Gaspar

SUPERVISOR:

Engº José Chissico

Maputo, Julho de 2022



ELECTRICIDADE
DE MOÇAMBIQUE, E.P.

DIRECÇÃO REGIONAL DA CIDADE DE MAPUTO

PARA:
Universidade Eduardo Mondlane (Faculdade de Engenharia)
Maputo

Nossa Referência: 51/DRCM/RH/2022
No. de Páginas: 1+0

Vossa Referência: FE-005/2022

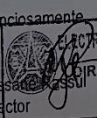
Data: 22-03-2022

Contacto:
Adelina Tene
adelina.tene@edm.co.mz
Telefone: 21460235

Assunto: Pedido de Estágio

Acusamos a recepção da carta Ref. FE-005/2022, de V.Excia, datada de 09 de Março, através da qual solicita estágio pré-profissional para o senhor **José Eduardo Gaspar Correia**, estudante finalista do curso de Engenharia Eléctrica - Laboral por um período de 3 meses. Sobre a qual, informamos que dispomos de condições para acolher o estudante acima mencionado, devendo apresentar-se no sector de Recursos Humanos desta Direcção durante as horas normais de expediente, cumprindo com as medidas de prevenção a COVID 19 e munido de apólice de seguros contra acidentes de trabalho e equipamento apropriado de Higiene e Segurança no Trabalho (fato macaco, botas, luvas e capacete).

Atenciosamente


ELECTRICIDADE DE MOÇAMBIQUE, E.P.
DIRECÇÃO REGIONAL DA
CIDADE DE MAPUTO
Hassan Nassir
Director

página 1(1)



FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
Curso de Engenharia Eléctrica

TERMO DE ATRIBUIÇÃO DE TEMA DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

REFERÊNCIA DO TEMA	2022ELEPPL03	Data	07/03/2022
--------------------	--------------	------	------------

1. TÍTULO DO TEMA

Redimensionamento de um Posto de Transformação como estratégia para melhorar a qualidade de energia eléctrica no Bairro das Mahotas- Caso de estudo do PT136 – Cidade de Maputo

2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DO TRABALHO A DESENVOLVER

2.1 Introdução

A energia eléctrica foi e esta sendo um factor extremamente importante para o desenvolvimento do mundo, como consequência criou uma dependência aos seus utilizadores de energia eléctrica, que dia a pois dia ~~cresce~~ o numero de clientes necessitando de energia eléctrica. Os novos clientes debate-se com a problemática de falta de qualidade de energia eléctrica, é nesta vertente que o presente projecto, que tem como finalidade de abordar sobre o desenho de um posto de transformação como estratégia a melhorar a qualidade de energia eléctrica no bairro das Mahotas.

Sendo um estudo um estudo que nos dias actuais tem grande relevância, também este inserido nos esforços que a Empresa Electricidade de Moçambique (EDM) se encontra a realizar em vários bairros da urbe e dos restantes distritos do Pais. Visando melhorar a qualidade de energia electrica que a mesma fornece aos seus clientes e também estender a rede de distribuição a novas zonas habitacionais que ocorrem na sequência do crescimento dos bairros, cidades, regiões entre outros.

2.2 Formulação do problema

O bairro das Mahotas na cidade de Maputo tem vindo a desenvolver rapidamente, se comparada o número de população projectada no censo de 2005 em relação ao censo de 2017, o bairro das Mahotas teve um crescimento de cerca de 20% de novos moradores que entraram naquela zona, como novas construções segundo Instituto Nacional de Estatísticas e Conselho Municipal da Cidade de Maputo.

E isto tem trazido grande impacto na rede eléctrica daquele bairro.

Actualmente a uma queda de tensão acentuada na zona na ordem de 180V, que em termos de normalização, há um decaimento em 21,73% da Energia, fora das perdas por transporte em forma de calor. Os postos de transformação estão a se sobrecarregar e varios outros factores que pode-se ver nas manifestações que se seguem a seguir.

Costatou-se as seguintes manifestações fácticas :

- Verifica-se que mais de 1 Km de rede de baixa tensão;
- Existência de um Posto de transformação sobrecarregado;
- Existência de várias ligações em rede monofásica ao longo da rede;
- Verifica-se que há baixa qualidade de energia eléctrica nos clientes residentes no bairro das Mahotas

Perante os pressupostos levantados acima, questiona-se o seguinte:

- De que forma pode-se melhorar a qualidade de energia nos clientes da Electricidade de Moçambique no bairro das Mahotas na cidade de Maputo?

2.3 Justificativa

A escolha do tema deve-se ao facto de ter-se constatado que no bairro das Mahotas na cidade de Maputo, existe um desequilíbrio nas instalações da rede eléctrica para residências, algumas casas em rede trifásicas e outras em monofásicas e isto traz grandes constrangimentos aos equipamentos dos residentes e a electricidade de Moçambique, dificilmente se responsabiliza pelos danos causados por baixa tensão na rede eléctrica.

Com um novo posto de transformação para aquela urbe, será possível assegurar boas condições técnico-económico das instalações e da qualidade do serviço de energia eléctrica em toda rede de distribuição do PT136

2.4 Objectivo geral

- ❖ Dimensionar um novo posto de transformação de energia eléctrica que atenda as necessidades actuais e futuras para os clientes do bairro das Mahotas na cidade de Maputo.

2.4.1 Objectivo específicos

- ❖ Fazer a revisão bibliográfica sobre diferentes tipos de postos de transformação tendo em conta a taxa de crescimento populacional no mundo e em Moçambique;
- ❖ Caracterizar o processo de distribuição existente no posto de transformação de energia eléctrica do bairro das Mahotas;
- ❖ Desenhar o sistema proposto para atender a demanda de energia actual;
- ❖ Fazer o orçamento do Posto de Transformação.

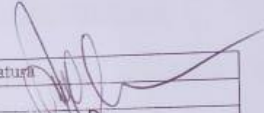
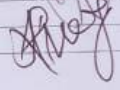
2.5 Metodologia

Para a elaboração do projecto a metodologia usada será pesquisa bibliográfica, observação directa e recolha de dados no local

3. LOCAL DE REALIZAÇÃO

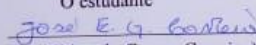
Posto de transformação 136 localizado na cidade de Maputo no bairro das Mahotas

4. SUPERVISORES

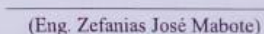
	Nome	Assinatura
Da UEM	Eng ^o José Chissico	
Co-supervisor		
Da Instituição	Eng ^o Ângelo Chicanequisso	

Maputo, 28 de Abril de 2022

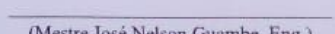
O estudante


(José Eduardo Gaspar Correia)

O Director do Curso


(Eng. Zefanias José Mabote)

O Chefe da Comissão Científica


(Mestre José Nelson Guambe, Eng.)

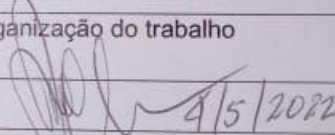
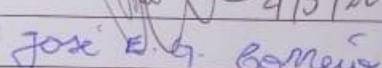
Plano de actividades

Trabalho de _ Estágio Profissional _

Tema: Redimensionamento de um Posto de Transformação como estratégia para melhorar a qualidade de energia elétrica no Bairro das Mahotas- Caso de estudo do PT136 – Cidade de Maputo

Referência: 2022ELEPPL03

07/03/2022

Semana	Data Prevista	Data de encontro	Hora	Assunto
1	22/04/2022	28/04/2022	18:40	Termo de atribuição de tema do estágio profissional
2	12/05/2022		18:00	Revisão bibliográfica
3	26/05/2022		18:00	Apresentação dos resultados das análises e diversos
4	02/06/2022		18:00	Organização do trabalho
Supervisor: Engº José Chissico			Assinatura:  4/5/2022	
Estudante: José Eduardo Gaspar Correia			Assinatura: 	

Observações:

Data:

04/05/2022

Nome do estudante:

José E. G. Correia

(José Eduardo Gaspar Correia)

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
F1 - GUIA DE AVALIAÇÃO DO RELATÓRIO ESCRITO

Nome do estudante: José Eduardo Gaspar Correia

Referência do tema: 2022ELEPPL03 Data:07/03/2022

Título do tema: Redimensionamento de um Posto de Transformação como estratégia para melhorar a qualidade de energia eléctrica no Bairro das Mahotas-
 Caso de estudo do PT136-Cidade de Maputo

1. Resumo					
1.1. Apresentação dos pontos chaves no resumo (clareza, organização, correlação com o apresentado)	1	2	3	4	5
Secção 1 subtotal (max: 5)					

2. Organização (estrutura) e explanação										
2.1. Objectivos	1	2	3	4	5					
2.2. Introdução, antecedentes e pesquisa bibliográfica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.3. Metodologias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.4. Resultados, sua análise e discussão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.5. Conclusões e aplicação dos resultados (recomendações)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Secção 2 subtotal (max: 45)										

3. Argumentação										
3.1.Criatividade e originalidade	1	2	3	4	5					
3.2.Rigor	1	2	3	4	5					
3.3.Análise crítica, evidência e lógica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.4.Relação objectivos/métodos/resultados/conclusões	1	2	3	4	5					
3.5.Relevância	1	2	3	4	5					
Secção 3 subtotal (max: 30)										

4. Apresentação e estilo da escrita					
4.1. Legibilidade e organização	1	2	3	4	5
4.2. Ilustração e qualidade das figuras e tabelas	1	2	3	4	5
4.3. Estilo da escrita (fluência do texto, uso da língua e gramática)	1	2	3	4	5
4.4.Fontes bibliográficas (citação correcta, referências, etc)	1	2	3	4	5
Secção 4 subtotal (max: 20)					

Total de pontos (max: 100)	
---------------------------------------------	--

Nota (=Total*0,2)	
--------------------------	--

Nota: Quando exista a componente gráfica (desenhos técnicos), a nota acima é multiplicada por 0,8 cabendo os restantes 20% do peso à referida parte gráfica.

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
FICHA DE AVALIAÇÃO DA ATITUDE DO ESTUDANTE
(Auxiliar para o supervisor)

Nome do estudante: José Eduardo Gaspar Correia

Referência do tema: 2022ELEPPL03 Data:07/03/2022

Título do tema: Redimensionamento de um Posto de Transformação como estratégia para melhorar a qualidade de energia eléctrica no Bairro das Mahotas-
Caso de estudo do PT136-Cidade de Maputo

Indicador	Classificação				
	1	2	3	4	5
Atitude geral (manteve uma disposição positiva e sentido de humor)	1	2	3	4	5
Dedicação e comprometimento (Deu grande prioridade ao projecto e aceitou as responsabilidades prontamente)	1	2	3	4	5
Independência (realizou as tarefas independentemente, como prometido e a tempo)	1	2	3	4	5
Iniciativa (viu o que devia ter sido feito e fê-lo sem hesitar e sem pressões do supervisor)	1	2	3	4	5
Flexibilidade (disponibilidade para se adaptar e estabelecer compromissos)	1	2	3	4	5
Sensibilidade (ouviu e tentou compreender as opiniões dos outros)	1	2	3	4	5
Criatividade (contribuiu com imaginação e novas ideias)	1	2	3	4	5
Total de pontos (max: 35)					

Valor do classificador	Cotação obtida	Significado
	1	Não aceitável (0 a 9 valores)
	2	Suficiente (10 a 13 valores)
	3	Bom (14 a 16 valores)
	4	Muito Bom (17 a 18 valores)
	5	Excelente (19 a 20 valores)

Total de pontos (max: 35)	
Nota (=Total*20/35)	



FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

CURSO: ENGENHARIA ELÉCTRICA

TERMO DE ENTREGA DE RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

Declaro que o estudante José Eduardo Gaspar Correia entregou no dia 01/07/2022 as 3 cópias do relatório do seu Estágio Profissional com referência: 2022ELEPPL03.

Intitulado: **REDIMENSIONAMENTO DE UM POSTO DE TRANSFORMAÇÃO
COMO ESTRATÉGIA PARA MELHORAR A QUALIDADE DE ENERGIA
ELÉCTRICA NO BAIRRO DAS MAHOTAS- CASO DE ESTUDO DO PT136-
CIDADE DE MAPUTO**

Maputo, aos 01 de Julho de 2022

A chefe da Secretaria



**FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
CURSO DE ENGENHARIA ELÉCTRICA**

Declaração de Honra

Eu, José Eduardo Gaspar Correia, declaro que este Relatório de Estágio Profissional nunca foi apresentado para obtenção de qualquer grau ou num âmbito e que ela constitui o resultado do meu labor individual.

(José Eduardo Gaspar Correia)

_____/_____/_____

Data

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais e irmãos.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradecer a Deus pela força e bênçãos que me concedeu durante o percurso da minha caminhada.

A minha família, em especial aos meus pais que me ajudaram a tornar possível a minha formação.

Aos docentes, do curso de Licenciatura em Engenharia Eléctrica que, durante as aulas esforçaram-se em transmitir os conhecimentos obtidos durante a formação.

Resumo

O presente trabalho refere-se ao projecto de dimensionamento de um posto de transformação de energia eléctrica para atender a demanda populacional dos moradores do bairro das Mahotas na cidade de Maputo, o Posto de Transformação 136 está localizado na Rua de Cúpula. Este projecto surge no âmbito das reclamações de sobrecarga do posto de transformação actual que está na ordem de 28.88%, como consequência do crescimento da carga.

A finalidade deste projecto é dimensionar o novo Posto de transformação assim como as duas saídas para alimentar uma parte da carga do actual posto de transformação.

O estudo foi efectuado com base no método bibliográfico – documental, observação directa e participativa no local, bem como o uso do método descritivo.

Durante a realização do trabalho fez -se o levantamento de carga, avaliação da extensão da rede de baixa tensão e por fim como resultado será adicionado um posto de transformação de 160kVA com dois subalimentadores de rede de baixa tensão para alimentar uma parte de carga do actual posto de transformação.

Assim, o sistema será composto por dois transformadores sendo o actual de 315kVA e o novo de 160kVA dividindo a carga e criando uma reserva de potência nos dois transformadores, será alimentado com uma linha de de 11kv denominado Estádio Nacional. O trabalho fica orçamentado em 1.468.302,857MZN para aquisição do sistema, bem como uma parte para o pagamento do corpo técnico para a montagem do PT.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PT – Posto de Transformação

EDM – Electricidade de Moçambique

DGE – Direcção Geral de Energia

RSIUEE – Regulamento de Segurança em Instalações de Utilização de Energia Eléctrica

V – Tensão

TI – Transformador de corrente

TT – Transformador de tensão

CEI – Comissão Eléctrica Internacional

S_{carga} - Potência de carga

I_L – Intensidade da corrente de carga

U_C – Tensão composta

S_L – Potência aparente de carga

$s_{\text{carga}\%}$ – Potência aparente de carga em percentagem

s_{NT} – Potência nominal do transformador

$T_{S\%}$ – Taxa de percentual da sobrecarga

$s_{L\%}$ – Potência aparente de carga em percentagem

$s_{n\%}$ – Potencia aparente nominal do transformador em percentagem

S_{L1} – Potencia aparente de carga depois do descongestionamento

S_{SC} – Potência aparente pelo método de sobre carga admissível

K_{SCadm} – Factor de sobrecarga admissível

S_T – Potência do transformador

I_{1n} – Corrente nominal do primário do transformador

U_{1n} – Tensão nominal do primário do transformador

I_{2n} – Corrente nominal do secundário do transformador

U_{2n} – Tensão nominal do secundário do transformador

I_s – Corrente de serviço

I_{fi} – Corrente fictícia em A

γ – Factor de correcção devido a variação de temperatura

β – Factor de correcção devido número de condutores instalados conjuntamente

I_z – Corrente máxima admissível da canalização nas condições reais

R_T – Resistência total da canalização

R_c – Resistência da canalização

R_m – Resistência montante

I_{cc} – Corrente de curto-circuito

U_n – Tensão nominal do transformador

U_{cc} – Tensão de curto-circuito

t_{cc} – Tempo máximo que a canalização suporta a corrente de curto-circuito sem atingir o seu ponto de ruptura térmica;

S_{CA} – Secção do cabo alimentador;

K – Constante que depende do material isolante.

Al – Alumínio

Cu – Cobre

MT – Media Tensão

Índice

1.Introdução	1
1.1 Contextualização	1
1.2 Formulação do Problema	2
1.3. Justificativa	3
1.4. Objectivo geral	3
1.4.1 Objectivo específicos	3
1.5 Metodologia	3
1.5.1.Tipo de Pesquisa	3
2 Revisão Bibliográfica	5
2.1 Posto de transformação	5
2.2 Tipos de postos de transformação existentes no mundo e em Moçambique	6
2.2.1. Os postos de transformação aéreos dos tipos A e AS	6
2.2.2 Os postos de transformação aéreos dos tipos AI	7
2.3 Componentes dos postos de Transformação	8
2.4 Aparelhagem de contagem	10
2.4.1. Aparelhagem de contagem em PT de alvenaria	10
2.5 Algoritmo de cálculo do PT136	13
2.5.1 Cálculo da potência de carga (<i>SL</i>)	13
2.5.2 Calculo de potencia de carga me percentagem (<i>SL%</i>)	13
2.5.3 Cálculo de potência de sobrecarga (<i>SSL</i>)	13
2.5.4 Cálculo da potência do transformador	13
2.5.5 Determinação da potência necessária do Transformador	13
2.5.6. Escolha do transformador	13
2.5.7 Cálculo de Baixa Tensão.	14
2.5.8.Protectção da canalização contra sobre carga	15
3. RESULTADOS, ANÁLISE E DISCUSSÃO	16

3.1.Sistema actual	16
3.2 Sistema proposto para o bairro das Mahotas	17
3.3 Dimensionamento do PT a montar no centro das do Bairro	18
3.3.1 Cálculo da potência aparente do bairro pelo método de sobrecarga admissível	18
3.3.2 Cálculo da potência nominal do transformador	18
3.3.3 Escolha do transformador	19
3.3.4 Calculo do alimentador do transformador e as saídas do quadro de baixa tensão	19
3.4 Terras	28
3.5. Segurança	28
3.6 Orçamento	29
4. Conclusão	30
5. Recomendações	31

Índice de Figuras

Figura 1: Posto de transformação (J.P. Dedieu, 2015)	5
Figura 2 Vista geral de um PT do tipo A. um PT do tipo AS.	6
Figura 3 Vista geral de	
Figura 4: Vista geral de um PT do tipo AI.	7
Figura 5: Um Seccionador (J.P. Dedieu, 2015)	8
Figura 6 Um Transformador de Potencia (J.P. Dedieu, 2015)	8
Figura 7 Um Interruptor – seccionador do tipo fusível (J.P. Dedieu, 2015)	9
Figura 8 Transformador de intensidade montados do lado de BT	11
Figura 9 cálculo do alimentador de baixa tensão e as protecções	20
Figura 10 Saídas do PT proposto (Autor,2022)	24
Figura 11 Esquema Simplificado do PT (Autor,2022)	28

Índice de tabelas

Tabela 1Especificações Técnicas para Transformadores de Corrente	11
Tabela 2 Dados iniciais para o dimensionamento do PT -136	16
Tabela 3 Escolha de transformador (Olive,2021)	19

1.Introdução

1.1 Contextualização

A energia elétrica foi e esta sendo um factor de extrema importância para o desenvolvimento do mundo. Como consequência criou, gerou uma dependência aos seus utilizadores da mesma, que dia pois dia cresce o número de clientes que necessitam. Os novos clientes debate-se com a problemática de falta de qualidade, é nesta vertente que o presente projecto, que tem como finalidade de abordar sobre o desenho de um novo posto de transformação como estratégia para melhorar a qualidade no bairro das Mahotas.

Sendo um estudo que nos dias actuais tem grande relevância, também esta inserido nos esforços que a Empresa Electricidade de Moçambique (EDM) encontra-se a realizar em vários bairros da urbe e nos restantes distritos do Pais. Visando melhorar a qualidade de energia electrica que a mesma fornece aos seus clientes e também estender a rede de distribuição a novas zonas habitacionais que ocorrem na sequência do crescimento dos bairros, cidades, regiões entre outros.

1.2 Formulação do Problema

O bairro das Mahotas na cidade de Maputo tem vindo a desenvolver rapidamente, quando comparado o número de população projectada no censo de 2005 em relação ao censo de 2017, o bairro das Mahotas teve um crescimento de cerca de 20% de novos moradores que entraram naquela zona, como novas construções segundo Instituto Nacional de Estatísticas e Conselho Municipal da Cidade de Maputo.

E isto tem trazido grande impacto na rede eléctrica daquele bairro.

Actualmente a uma queda de tensão acentuada na ordem de 180V, que em termos de normalização, há um decaimento em 21,73% da Energia, fora das perdas por forma de calor. O posto de transformação estão funcionando em regime de sobrecarga e deste modo surge a necessidade de como melhorar a qualidade de energia eléctrica no bairro das Mahotas.

Constatou-se as seguintes manifestações fácticas:

- Existência de uma Rede de baixa tensão extensa;
- Existência de Várias ligações monofásicas ao longo da rede;
- Verifica-se que há baixa qualidade de energia eléctrica nos clientes residentes no bairro das Mahotas

Perante os factos levantados acima, questiona-se o seguinte:

- De que forma pode-se melhorar a qualidade de energia eléctrica nos clientes da Electricidade de Moçambique no bairro das Mahotas na Cidade de Maputo?

1.3. Justificativa

A escolha do tema deve-se ao facto de ter-se constado que no bairro das Mahotas na cidade de Maputo, existe varias reclamações referente a fraca qualidade de energia, como resultado do crescimento da carga,

Com um novo posto de transformação para aquela urbe, será possível assegurar boas condições técnico-económico das instalações e da qualidade do serviço de energia eléctrica em toda rede de distribuição do PT136.

1.4. Objectivo geral

- ❖ Dimensionar um novo posto de transformação de energia eléctrica para compensar o crescimento da carga assim como criar uma reserva de potência para os futuros para os clientes do bairro das Mahotas na cidade de Maputo.

1.4.1 Objectivo específicos

- ❖ Fazer a revisão bibliográfica sobre diferentes tipos de postos de transformação tendo em conta a taxa de crescimento populacional no mundo e em Moçambique;
- ❖ Caracterizar a rede de distribuição de baixa tensão do bairro das Mahotas;
- ❖ Desenhar o sistema proposto para atender o crescimento da carga;
- ❖ Fazer o orçamento do Posto de Transformação.

1.5 Metodologia

1.5.1.Tipo de Pesquisa

Na realização do presente trabalho de pesquisa foi usada pesquisa de carácter qualitativo e quantitativo que segundo Lakatos (2009:269), “ o método qualitativo preocupa-se em analisar e interpretar aspectos mais profundos, descrevendo a complexidade do comportamento humano, e o método quantitativo representam a informação de características susceptíveis de serem medidas, apresentando-se com diferentes intensidades que pode ser de natureza discreta ou contínuo.”

- **O trabalho obedeceu as seguintes fases na sua implementação metodológica:**

Fase I: Pesquisa Bibliográfica e Documental

Pesquisa bibliográfica: Numa primeira fase da implementação do presente projecto, recorreu-se á pesquisa bibliográfica, em que a pesquisador procurará encontrar algumas abordagens de autores que relataram factos sobre o tema em estudo.

Fase II: Observação directa

Observação directa é aquela em que o pesquisador procura observar no terreno (Bairro da Mahotas) para melhor compreender as causas do fenómeno ou problema de estudo, abstendo-se de anotações e possíveis conclusões. Neste contexto, a aplicação deste método consistiu em algumas visitas à empresa EDM – Maputo no bairro das Mahotas, para observar o posto de transformação (PT) 136 actualmente presente, o seu estado e as condições de seu funcionamento e o método de monitoramento deste PT.

Fase III: Pesquisa descritiva

Segundo (BESTA, 1975) apud (LAKATOS & MARCONI, 2002), é aquela que faz a descrição, registos, análises e interpretação de fenómenos actuais objectivando o seu funcionamento no presente. Teve-se em conta os principais desafios que os clientes estão a passar no uso das redes monofásicas, pela sobrecarga do posto de transformação.

2 Revisão Bibliográfica

Neste capítulo é apresentado a fundamentação teórica a partir de uma análise do objecto de estudo. Descrevem-se os conceitos teóricos essenciais associados ao fenómeno dos conceitos sobre postos de transformação de energia eléctrica.

2.1 Posto de transformação

A distribuição de energia eléctrica é efectuada apenas em algumas circunstâncias ou situações por cabos subterrâneos, instalados em valas abertas para o efeito, como medida de protecção do utilizador e o factor estética. Para efectuar a distribuição é necessário recorrer a transformadores, agora para reduzir a tensão para valores que possam ser utilizados pelos consumidores industriais ou domésticos.

Segundo a EDP Distribuição S.A. (2005) considera-se posto de transformação (PT) um conjunto formado por um ou mais transformadores estáticos e aparelhagem de ligação e de manobra, quando a tensão secundária de todos os transformadores instalados for utilizada directamente nos receptores.



Figura 1: Posto de transformação (J.P. Dedieu, 2015)

2.2 Tipos de postos de transformação existentes no mundo e em Moçambique

Segundo a EDP Distribuição S.A (2005) e a EDM (2020), os postos de transformação existentes no sector privado em Moçambique e em algumas localidades são classificados em três: A, AS e AI.

O quadro de baixa tensão é instalado a uma altura conveniente para ser manobrado do solo. A tensão é 6,10,15 ou 30kV.

2.2.1. Os postos de transformação aéreos dos tipos A e AS

De acordo com a D.G.E. (2003), os postos de transformação aéreos dos tipos A e AS são constituídos por um transformador de 25,50 ou 100kVA instalado num poste de betão armado, ligado directamente à linha de média tensão no caso dos postos de transformação do tipo A ou através de seccionador no caso dos postos de transformação do tipo AS. Conforme pode-se ver na figura 2 e figura 3 que segue.



Figura 2: Vista geral de um PT do tipo A. tipo AS.



Figura 3: Vista geral de um PT do tipo AS.

Fonte: Autor (2022)

O quadro de baixa tensão é instalado a uma altura conveniente para ser manobrado do solo. A tensão é 6,10,15 ou 30kV.

2.2.2 Os postos de transformação aéreos dos tipos AI

Em D.G.E. (1984), O posto de transformação aéreo do tipo AI é constituído por um transformador de 160 ou 250 kVA e um interruptor-seccionador entre a linha de média tensão e o transformador. A tensão primária é de 6, 10,15 ou 30kV e o quadro de baixa tensão é instalado a uma altura conveniente para ser manobrado do solo, conforme ilustra a figura 4 que se segue.



Figura 4: Vista geral de um PT do tipo AI.

Fonte: Autor

E é importante salientar aqui que existem postos de transformação aéreos do tipo AI-1, com um só poste de betão e AI-2 com dois postes de betão armado geminados na base e colocados verticalmente.

2.3 Componentes dos postos de Transformação

Segundo a D.G.E. (2003) e ACT (2011) os principais componentes dos postos de transformação destacam-se os seguintes:

- Poste de betão armado: onde são fixados os restantes componentes do posto de transformação aéreo;
- Travessa, tirante de amarração e alongadores de cadeia: dispositivos que permitem a fixação das linhas de média tensão ao poste de betão;
- Seccionador (tipo AS) : dispositivo que tem como a função interromper ou estabelecer a continuidade de um condutor ou isolar um condutor de outros condutores e que, por não ter poder de corte garantido, não deve ser manobrado em carga. Conforme ilustra a figura 5 que se segue.



Figura 5: Um Seccionador (J.P. Dedieu, 2015)

Pode estar em duas posições, uma de abertura e outra de fecho, nas quais se mantêm sem interferência de acções exteriores;

- Transformador: dispositivo que tem como função transformar a média tensão em baixa tensão utilizável pelo consumidor final doméstico, comercial ou industrial, ver a figura 6 que segue;



Figura 6: Transformador de Potencia (J.P. Dedieu, 2015)

- Rede de terras: sistema de protecção para pessoas e equipamentos;
- Interruptor-seccionador (tipo AI): dispositivo que tem como função ligar ou desligar um circuito em carga, dotado de poder de corte e tendo duas posições, uma de abertura e outra de fecho, nas quais se mantêm sem a interferência de acções exteriores, ver a figura 7

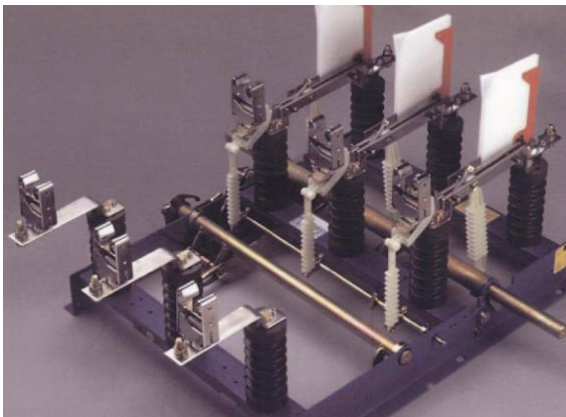


Figura 7: Interruptor – seccionador do tipo fusível (J.P. Dedieu, 2015)

- Barramento de média tensão: dispositivo que tem como função o transporte da tensão do seccionador ou interruptor –seccionador até ao primário do Transformador;

2.4 Aparelhagem de contagem

Segundo a J.P.Dedieu (2015) diz que aparelhagem de contagem é aquela que totaliza no tempo, o valor de dada grandeza, os aparelhos de contagem indicam o somatório de uma dada grandeza, num dado período de tempo.

A aparelhagem de contagem deverá ser sempre instalada em caixa normalizada.

2.4.1. Aparelhagem de contagem em PT de alvenaria

Nos P.T em alvenaria a caixa é montada no interior da cabina, nos PT tipo AS e AI é montada no poste do PT, a 90 graus do quadro geral, podendo, no caso do AI a aparelhagem de contagem será montada no interior do geral.

Para a ligação entre o armário de contagem e o quadro geral de baixa tensão será utilizado tubo VD ou, no caso dos PT tipo AS, tubo de PVC (PN 10 kg/cm²) de 2 1/2", com as respectivas porca, contra porca e junta vedante.

2.4.2 Características da aparelhagem de contagem de um P.T

É difícil a construção de contadores para correntes elevadas e altas tensões. Na prática, o limite de intensidade de corrente é de 120A e o limite de tensão é de 750V.

Assim: Para utilizar os contadores de energia eléctrica é preciso adaptar, quando necessário:

Os valores de corrente e tensão da rede, aos valores nominais dos contadores, é pois necessário utilizarem Transformadores de Medidas (TM"s).

2.4.3. Localização de aparelhagem de contagem

Na instalação de Transformadores de intensidade (TI) terá de se ter em conta a distância e consumo das bobinas de corrente do contador, para tal o comprimento máximo dos condutores de interligação, TI"s, devera ser o seguinte, conforme ilustra a tabela 1 que se segue:

Transformadores de Corrente		
Secção do Condutor (mm ²)	Comprimento máximo do condutor (m)	
	TI's montados no lado da baixa tensão	TI's montados no lado da alta tensão
2,5	7	26
4	12	40
6	18	60

Tabela 1: Especificações Técnicas para Transformadores de Corrente

Fonte: J.P. Dedieu, (2015).

Assim, para compreensão, necessita – se de conhecer certas contagens fundamentais para o seu desenho, tais como destacam-se os seguintes:

- **Contagem em Media Tensão (MT)**

Para transformadores com potência superior a 400KVA, a contagem pode ser feita em média tensão.

- **Contagem em Baixa Tensão (BT)**

Para transformadores com potência inferior a 400KVA, a contagem pode ser feita em baixa tensão.

Se a contagem é feita do lado de BT, os TI (Transformador de Intensidade) deverão em princípio, ser instalados em caixa própria unicamente acessível. A seguir ilustra a figura 8.



Figura 8: Transformador de intensidade montados do lado de BT

Fonte: J.P. Dedieu, (2015).

Nota importante:

- Os circuitos de contagem (tensão e intensidade) devem necessariamente passar por um dispositivo (caixa de ligação) que permita o manuseamento dos contadores com toda a segurança.

2.5 Algoritmo de cálculo do PT136

2.5.1 Cálculo da potência de carga (S_L)

$$S_L = \sqrt{3} \times I_L \times U_C \quad (\text{Equação 1})$$

2.5.2 Cálculo de potência de carga me percentagem ($S_{L\%}$)

$$S_{L\%} = \frac{S_L}{S_N} \times 100\% \quad (\text{Equação 2})$$

2.5.3 Cálculo de potência de sobrecarga (S_{SL})

$$S_{SL} = S_{L\%} - S_{N\%} \quad (\text{Equação 3})$$

2.5.4 Cálculo da potência do transformador

Para a determinação da potência do transformador da alimentação da instalação segue-se os seguintes passos:

Determinação da potência aparente pelo método de sobrecarga admissível.

$$S_{SC} = \frac{S_L}{K_{Sadmi}} \quad (\text{Equação 4})$$

2.5.5 Determinação da potência necessária do Transformador

$$S_T = S_{SC} \cdot (1 + T_X)^n \quad (\text{Equação 5})$$

Onde:

S_T – É a potência nominal do transformador dimensionado;

S_{SC} – É a potência aparente nominal de sobrecarga;

T_X – taxa de crescimento anual do bairro;

n – Número de anos.

2.5.6. Escolha do transformador

A escolha do transformador far-se-á seguindo os valores da tabela das potências nominais de transformador normalizados.

Assim estabelece a seguinte condição.

$$S_N \geq S_T \quad (\text{Equação 6})$$

2.5.7 Cálculo de Baixa Tensão.

- Cálculo da Corrente de serviço (I_S)

$$I_S = \frac{S_n}{\sqrt{3} \times U_C} \quad (\text{Equação 7})$$

- Cálculo da corrente fictícia

$$I_{fi} = \frac{I_S}{\gamma \times \beta} \quad (\text{Equação 8})$$

Onde:

I_S - Corrente de serviço;

s_n -Potencia nominal do transformador;

U_C ; tensão composta;

I_{fi} - Corrente fictícia;

γ - Factor de correcção atendendo a temperatura real de montagem;

β – Factor de correcção atendendo ao modo de montagem real: número de condutores instalados conjuntamente.

2.5.8. Protecção da canalização contra sobre carga

1. Determinação I_{max} do cabo nas condições ideais de temperatura e montagem por consulta de tabela $I_{max} = f(S)$

2. Cálculo da corrente máxima admissível do cabo I_Z , nas condições reais de temperatura e montagem através da formula.

$$I_Z = \gamma \times \beta \times I_{max} \quad (\text{Equação 9})$$

Onde:

I_Z - Corrente máxima admissível no cabo nas condições reais [A];

I_{max} - Corrente máxima admissível no cabo nas condições ideais;

γ - Factor de correcção atendendo a temperatura real de montagem;

β – Factor de correcção atendendo ao modo de montagem real: número de condutores instalados

3. RESULTADOS, ANÁLISE E DISCUSSÃO

3.1.Sistema actual

O estudo vem necessariamente a demonstrar como melhorar a qualidade de energia eléctrica no bairro das Mahotas, deste modo viu-se a necessidade de aumentar a potência no P.T 136 e redimensionar os respectivos órgãos de protecção, pois, o transformador instalado é de 315 KVA, conforme ilustra a tabela 2 que se segue.

	Símbolo	Unidade	Grandeza
Potência nominal do transformador	S_N	315	kVA
Corrente nominal do transformador	I_n	464,7	A
Corrente medido no Posto de Transformação – 136			
Corrente 1	I_1	574	A
Corrente 2	I_2	590	A
Corrente 3	I_3	594	A

Tabela 2: Dados iniciais para o dimensionamento do PT -136

Fonte: Autor (2022).

a) Cálculo da potência de carga (S_L)

$$I_L = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3}$$
$$I_L = \frac{574 + 590 + 594}{3} = 586 \text{ A}$$

Comentário.1. Considerando que as fases estejam equilibradas teremos uma carga de 586 A. Calcula -se a potência de carga como uma forma de avaliar o nível de carregamento do P.T 136.

$$S_L = \sqrt{3} \times I_L \times U_C$$

$$S_L = \sqrt{3} \times 586 \times 400 = 405,992 \text{ kVA}$$

Comentario.2. Comparando o valor da potência de carga ($S_L = 405,992 \text{ kVA}$) Valor da potencia nominal do transformador 315 kVA nota-se que o transformador esta sobrecarregado.

b) Cálculo de potência de carga em percentagem ($S_L\%$)

Calcula-se a potência de carga em percentagem para se conhecer a percentagem de sobrecarga a que o transformador se encontra.

$$S_L = \frac{S_L}{S_n} \times 100\%$$

$$S_L = \frac{405,992}{315} \times 100\% = 128.88\%$$

c) Cálculo de potência de sobrecarga S_{SL}

$$S_{SL} = S_{L\%} - S_{N\%}$$

$$S_{SL} = 128,88 - 100 = 28.88\%$$

Comentario.3. O transformador esta sobrecarregado em 28,88% e por este motivo temos que fazer um novo projecto de um posto transformação para alimentar esta potência de carga ($S_L = 405,992 \text{ kVA}$) e prever uma determinada potencia de reserva.

Terminado o estudo do P.T 136 concluímos que o mesmo encontra-se sobrecarregado em 28.88% e esta sobrecarga é devido a aumento de carga e desequilíbrio de fases causadas pelas baixadas monofásicas que em certos momentos são mal conectadas isto é muitas destas baixadas não são conectadas na rede de distribuição em baixa tensão mais sim são conectadas em baixadas iguais.

3.2 Sistema proposto para o bairro das Mahotas

Conclusão: Como a potência nominal do transformador é menor que a Potência actual do Bairro ($S_{NT} \leq S_{TB}$), Conclui-se que o PT136 esta sobrecarregado.

- Potência aparente do PT nº 136:315kVA
- Potencia aparente actual do Bairro:405,992kVA

$$\text{Logo: } S_{NT} \leq S_{TB} \rightarrow 315\text{kVA} \leq 405,992\text{kVA}$$

Comentário.4. Como solução, descongestionar-se-á algumas cargas de modo que o posto de transformação actual fique com uma reserva na ordem de 28.88% será dimensionado um novo posto de transformação que assumira os 28.88% de carga do PT 136.

3.3 Dimensionamento do PT a montar no centro das do Bairro

Os cálculos que aqui serão feitos tem a ver com a potência de carga que será descongestionado da potência total do bairro das Mahotas.

3.3.1 Cálculo da potência aparente do bairro pelo método de sobrecarga admissível

Comentário.5. O factor de sobrecarga máxima admissível varia de 0 à 30%, assim sendo, escolher-se-á um factor de 20%

$$S_B \geq \frac{S_L}{K_{Sadmi}}$$

$$S_B \geq \frac{405,992}{1,2} \geq 338,32kVA$$

3.3.2 Cálculo da potência nominal do transformador

$$S_{NT} \geq S_B(1 + T_X)^n \geq 338,32(1 + 0,05)^5$$

$$S_{NT} \geq 338,32 * (1,05)^5 \geq 338,32 * 1,3 \geq 431,81 kVA$$

Assim temos o seguinte:

$$S_{L1} = S_L - S_{NT}$$

$$S_{L1} = 431,81 - 315 = 116,81kVA$$

Assim calcula-se o novo posto de transformação segundo o crescimento populacional:

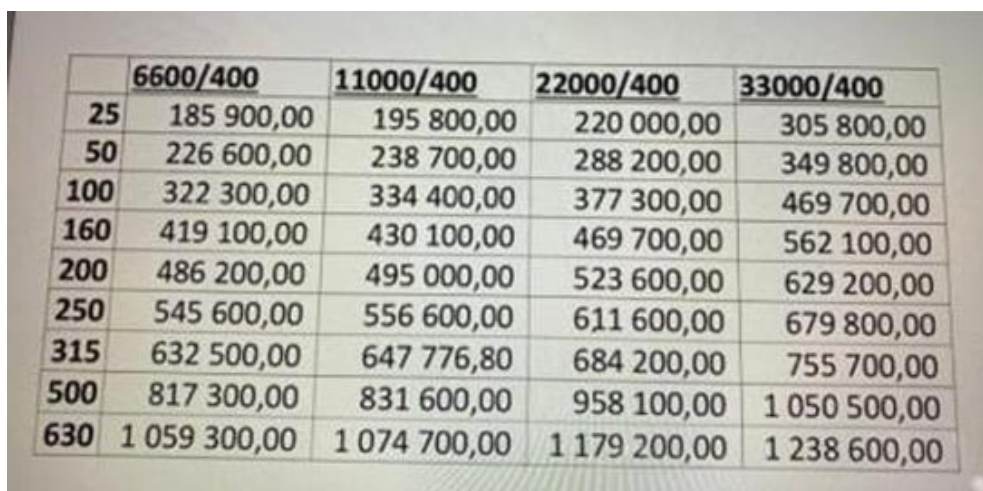
$$S_{NT} = S_{L1} \times 0,25 + S_{L1}$$

$$S_{NT} = 116,81 \times 0,25 + 116,81 = 146,01kVA$$

3.3.3 Escolha do transformador

Assim, o novo posto de transformação será de 160KVA, pois assim, a carga para alimentar a zona das Mahotas deve ser correspondente a 475KVA.

Equivalente a dois transformadores, sendo um de 315kVA (o actual) e o novo de 160kVA para aliviar a sobrecarga existente.



	6600/400	11000/400	22000/400	33000/400
25	185 900,00	195 800,00	220 000,00	305 800,00
50	226 600,00	238 700,00	288 200,00	349 800,00
100	322 300,00	334 400,00	377 300,00	469 700,00
160	419 100,00	430 100,00	469 700,00	562 100,00
200	486 200,00	495 000,00	523 600,00	629 200,00
250	545 600,00	556 600,00	611 600,00	679 800,00
315	632 500,00	647 776,80	684 200,00	755 700,00
500	817 300,00	831 600,00	958 100,00	1 050 500,00
630	1 059 300,00	1 074 700,00	1 179 200,00	1 238 600,00

Tabela 3: Escolha de transformador (Olive,2021)

$$S_{NT} = 160kVA$$

Comentário.6. A proposta da potência do PT a montar no centro das cargas do bairro das Mahotas é de 160kVA.

3.3.4 Calculo do alimentador do transformador e as saídas do quadro de baixa tensão

A figura abaixo ilustra o critério que ira ser usado para o cálculo. Vai-se iniciar com estudo do ponto 1, de seguida para o ponto 2 e por último no ponto 3.

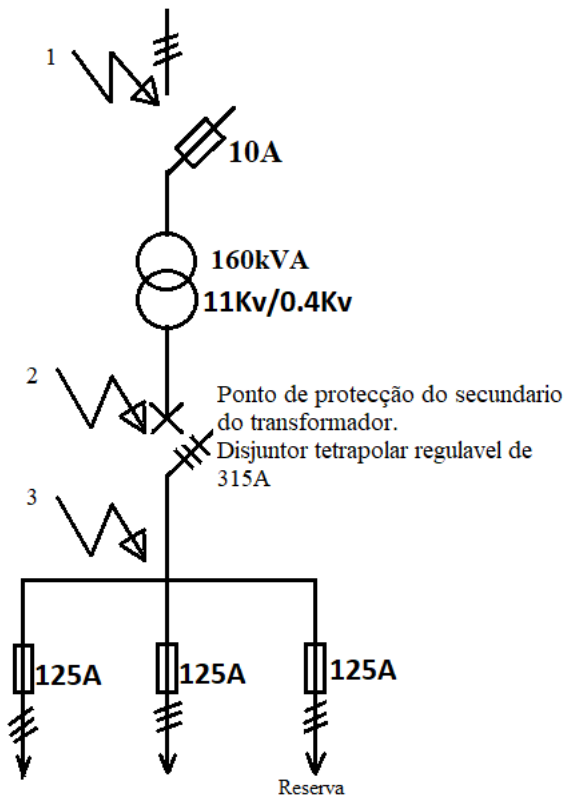


Figura 9: Cálculo do alimentador de baixa tensão e as protecções

a) Cálculos no ponto 1

Como se pode ver, este ponto está na linha de media tensão e só nos interessa possuir o calibre do drop-out.

$$I_{1N} = \frac{S_{NT}}{\sqrt{3} \times u_{1N}}$$

$$I_{1N} = \frac{160000}{\sqrt{3} \times 11000}$$

$$I_{1N} = \frac{160000}{19052,559} = 8,39A$$

Comentario.7. O calibre do drop- out será de 10A.

b) Cálculo no ponto 2

Aqui, neste item, interessa determinar o calibre do disjuntor geral, poder de corte, secção do cabo alimentador e a verificação das condições de protecção, assim sendo, a seguir passar-se á a se determinar:

- **Determinação do calibre do disjuntor geral**

$$I_{2N} = \frac{S_{NT}}{\sqrt{3} \times u_{2N}}$$
$$I_{2N} = \frac{16000}{\sqrt{3} \times 400} = \frac{160000}{692,8} = 230,95 \text{ A}$$

Comentário.8. Por consulta a tabela 1 do anexo 1, o calibre do disjuntor deverá ser de 315, valor imediatamente superior à 230,95A, e se for regulável, deverá ser regulado para 230,95A.

- **Determinação do poder de corte do Disjuntor geral**

Segundo a tabela x o valor da tensão de curto-circuito será $U_{cc}=4,55\%$; $U_{cc}=4,5\%$

$$Z_m = Z_{Tra} = \frac{U_{CC} \times U^2_n}{100 \times S_n}$$
$$Z_m = Z_{Tra} = \frac{4,5 \times 400^2}{100 \times 160000} = 0,045\Omega$$
$$I_{CC} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \times Z_m}$$
$$I_{CC} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 0,045} = 5,132 \text{ kA}$$

Comentário.10. O poder de corte mínimo do disjuntor devera ser de 5,132 KA.

c) Determinação da secção do cabo alimentador

O cabo alimentador será multipolar de cobre, enterrado com mais dois cabos, tendo um comprimento de cinco (5) metros, estará submetido a uma temperatura ambiente de 35°C.

Por consulta do anexo 4 e 5 na tabela de factor de correcção para cabos e tabela de factor de correcção para temperatura ambiente diferentes de 20 °C obteve-se: $\beta = 0,75$ e $\gamma = 0,82$

- **Cálculo da corrente fictícia**

$$I_{fi} = \frac{I_f}{\beta \times \gamma} = \frac{230,95}{0,75 \times 0,82} = \frac{230,95}{0,62} = 372,5 A$$

O cabo será de cobre VAV, a partir da corrente fictícia $I_{fi} = 372,5A$ que pode-se verificar na coluna dos cabos enterrados na tabela do anexo 3 na coluna de 3 condutor, $I_{MAX} = 390 A$ onde se obteve a secção nominal de 150 mm² por cada condutor de fase.

Protecção do cabo contra sobrecargas

Determinação da corrente máxima admissível no cabo I_{max}

A determinação da I_{max} será efectuada a partir da tabela de correntes máximas admissíveis em cabos do anexo 3.com base na secção do cabo determina-se a I_{max} .

$$S_{NAQGBT} = 150mm^2 \rightarrow I_{max} = 390A$$

Cálculo de corrente máxima nas condições reais.

$$I_Z = I_{max} \times \beta \times \gamma$$

$$I_Z = 390 \times 0,75 \times 0,82$$

$$I_Z = 239,85A$$

Determinação de corrente de não fusão I_{nf}

Resolução:

$$I_{nf} \leq 1,15 \times I_Z$$

$$I_{nf} \leq 1,15 \times 239,85$$

$$I_{nf} \leq 275,83A$$

Consultando o Anexo 1 da tabela de características dos disjuntores escolhe-se na coluna de I_{nf} um valor de I_{nf} Inferior ou igual a 275,83A. A $I_{nf} = 263A$ que corresponde a um disjuntor geral de $I_N = 250A$

Solução

$$I_S \leq I_N$$

230,93A ≤ 250A O cabo alimentador de quadro geral de baixa tensão será de cobre VAV 4×150 mm², protegido por um disjuntor de 250 A.

- **Determinação da secção do cabo alimentador**

O cabo alimentador será de cobre, enterrado conjuntamente com mais dois cabos, tendo um comprimento menor que 5 metros, e por consulta da Tabela x do anexo x ter-se a uma intensidade máxima admissível nas condições ideais ($I_{max}=390A$) que corresponde a um valor superior a esta (230,94 A)

Com base na I_{max} , Consultando na tabela acima referida, tem se:

$$I_{max} = 390A \rightarrow S_{CA} = 150mm^2$$

- **Verificação das condições**

Com este valor corrente máxima admissível nas condições ideais (I_{max}), a condição $I_n \leq I_Z$ ($250A \leq 239,85$) não é verificada, daí que escolher-se o valor máxima admissível nas condições ideais imediatamente superior à esta ($I_{max} = 390A$)

Com base na tabela referida no item anterior, o valor da corrente máxima admissível nas condições ideais imediatamente superior à $I_{max} = 390A$

Será $I_{max} = 445A$.

$$\text{Com } I_{max} = 445A \rightarrow S_{CA} = 185mm^2$$

Como pode se observar, a condição: $I_n \leq I_Z$ ($250A \leq 273,68$) já é satisfeita .

O cabo alimentador será do tipo VAV com o seguinte arranjo: VAV 3 × 185mm² + 95mm².

d) Estudo do ponto 3

Vai se auxiliar com a figura abaixo para esta parte.

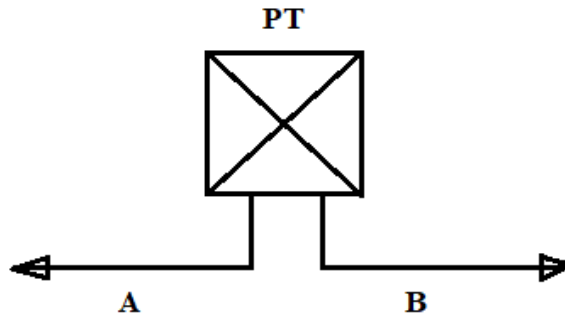


Figura 10: Saídas do PT proposto (Autor,2022)

- **Cálculo para as saídas A,B**

O novo PT terá 2 saídas localizado no centro da carga, com isso, nota-se que as saídas terão aproximadamente mesma extensão de comprimento o que pode se concluir que haverá uma divisão da potência nas saídas. Dai que a corrente de serviço para cada saída fica:

$$I_s = \frac{S_{NT}}{2\sqrt{3} \times U_a}$$
$$I_s = \frac{160000}{2\sqrt{3} \times 400} = 115,5 \text{ A}$$

Consultando a tabela 2 do anexo 2, o calibre do fusível é de 125A ($I_n = 125A$)

$$I_{nf} = 162A \rightarrow I_f = 200 \text{ A}$$

- **Dimensionamento do cabo (subalimentador)**

Segundo as tabela 4 e 5 dos anexos 4 e 5 respectivamente os valores de β que tem haver com o numero de cabos multicondures enterrados conjuntamente e γ que é o factor de correcção para temperaturas ambientes diferentes de 20°C.

Cálculo da corrente fictícia

O cabo será multipolar enterrado conjuntamente com mais dois cabos, a uma temperatura ambiente de 35°C $\beta = 0,75$ e $\gamma = 0,82$

$$I_{fi} = \frac{I_f}{\beta \times \gamma} = \frac{115,5}{0,75 \times 0,82} = \frac{115,5}{0,62} = 186,29A$$

O cabo será de cobre VAV, a partir da corrente fictícia $I_{fi} = 186,29A$ que pode-se verificar na coluna dos cabos enterrados na tabela do anexo 3 na coluna de 3 condutor, $I_{MAX} = 190 A$ onde se obteve a secção nominal de 50 mm² por cada condutor de fase.

Protecção do cabo contra sobrecargas

Determinação da corrente máxima admissível no cabo I_{max}

A determinação da I_{max} será efectuada a partir da tabela de correntes máximas admissíveis em cabos do anexo 3.com base na secção do cabo determina-se a I_{max} .

$$S_{NAQGBT} = 50mm^2 \rightarrow I_{max} = 190A$$

Cálculo de corrente máxima nas condições reais

$$I_Z = I_{max} \times \beta \times \gamma$$

$$I_Z = 190 \times 0,75 \times 0,82$$

$$I_Z = 116,85A$$

Determinação de corrente de não fusão I_{nf}

Resolução:

$$I_{nf} \leq 1,15 \times I_Z$$

$$I_{nf} \leq 1,15 \times 116,85$$

$$I_{nf} \leq 134,38A$$

Nota: indo a tabela de características dos Corta-circuitos fusíveis escolhe-se na coluna de I_{nf} um valor de I_{nf} Inferior ou igual a 134,38A. A $I_{nf} = 130 A$ que corresponde a um fusível de $I_N = 100 A$.

Verificação da condição

$$I_S \leq I_n \leq I_Z \leq I_{nf} \leq I_f$$

$$115,5A \leq 100 \leq 116,85 \leq 134,38 \leq I_f \rightarrow \text{Condição não verificada}$$

$$I_f \leq 1,45 I_Z$$

$$I_f \leq 1,45 \times 116,5 \rightarrow 160A \leq 168,25 \rightarrow \text{Condição Verificada}$$

Como a protecção contra sobrecargas não fica assegurada, em virtude da 1ª condição não ter sido verificada, temos de seleccionar uma secção do condutor imediatamente acima, ou seja, ou seja 70mm^2 .

$$I_Z = I_{max} \times \beta \times \gamma$$

$$I_Z = 245 \times 0,75 \times 0,82$$

$$I_Z = 150,68 A$$

Determinação de corrente de não fusão I_{nf}

Resolução

$$I_{nf} \leq 1,15 \times I_Z$$

$$I_{nf} \leq 1,15 \times 150,68A$$

$$I_{nf} \leq 173,28A (\text{ver na tabela 9 de anexo 5}).$$

Verificação da condição

$$I_S \leq I_n \leq I_Z \leq I_{nf} \leq I_f$$

$$115,5A \leq 125A \leq 150,68A \leq 173,28A \leq 200A \rightarrow \text{Condição verificada}$$

Protecção contra curto-circuito

Cálculo de resistência do cabo

Com a secção de 70mm^2 recorreu - se a tabela de anexo 3 na coluna de cobre não estanhado para cabos multicondutores, onde se obteve a $r_{20^\circ\text{C}}$ de $0,272\Omega/\text{km}$.

$$R_c = \frac{r_{20} \times l}{1000}$$

$$R_c = \frac{0,272 \times 12}{1000} = 0,003264\Omega$$

Correcção da resistência com a variação da temperatura

$$R_T = R_c [1 + \alpha (t_1 - t_2)]$$

$$R_T = 0,003264 [1 + 0,004(35 - 20)]$$

$$R_T = 0,003264(1 + 0,004 \times 15)$$

$$R_T = 0,0035$$

Cálculo da corrente de curto-circuito

Dados:

$$u_{2N} = 0,4\text{KV}$$

$$R_T = 0,0035\Omega$$

$$I_{cc} = ?$$

Resolução:

$$I_{cc} = \frac{u_n}{R_T}$$

$$I_{cc} = \frac{0,4}{0,0035} = 114,28 \text{ kA}$$

Este valor indica que o poder de corte mínimo dos fusíveis parciais deve ser igual ou maior que 114,28 kA

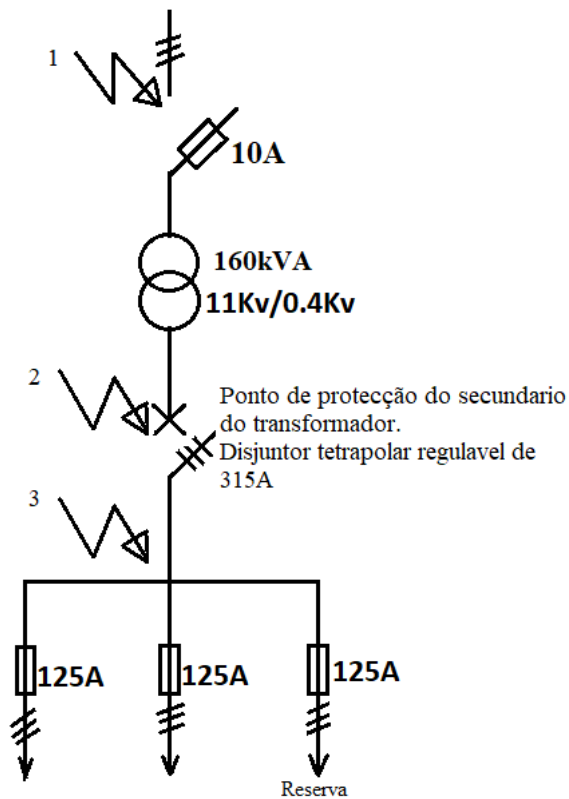


Figura 11: Esquema Simplificado do PT (Autor,2022)

3.4 Terras

A terra de serviço será ligada ao neutro do secundário do Transformador. Esta ligação será feita a partir do quadro geral. A Terra de protecção ligar-se às peças metálicas de Media Tensão, não condutoras, incluindo a cuba do transformador e o involucro metálico do quadro de Baixa Tensão. Na Terra de serviço e na de protecção serão instalados ligadores móveis para efeitos de medição das mesmas.

Quer a terra de serviço quer a terra de protecção, o valor da resistência não deve exceder os 20Ω .

3.5. Segurança

Toda a instalação devera ser executada de acordo com as normas de segurança em vigor em Moçambique e nas melhores regras. Especial atenção devera ser posta as terras de protecção. No caso de falhas ou omissões da legislação local, serão utilizadas as Normas relevantes da CEI.

3.6 Orçamento

Item	Designação	Un.	Qt	Preço [MZN]	
				Unitário	Total
1	Transformador de 160KVA 11/0,4KV NP-443	un	1	550.000,00	550.000,00
2	Link Fusível de 10 A	un	3	600,00	1.800,00
3	Cabo VAV $3 \times 185\text{mm}^2 + 95\text{mm}^2$	m	10	4700,00	47.000,00
4	Terminais Cu/Cu de 185mm^2	un	6	550,00	6.600,00
5	Terminais Cu/Cu de 95mm^2		2	550,00	1100,00
6	Cabo VAV $3 \times 70\text{mm}^2 + 35\text{mm}^2$	un	36	1100,00	39.600,00
7	Terminais Cu/Cu de 70mm^2		6	550,00	3300,00
8	Terminais Cu/Cu de 35mm^2		2	550,00	1100,00
9	Armário ou Quadro geral de baixa tensão 400V	un	1	75.320,42	75.320,42
10	Ligadores Al/Al para conexão a rede de MT $50-120\text{mm}^2$	un	12	562,50	6.750,00
11	Isoladores Polimérico de 11kV com seus acessórios	un	3	2.932,39	8.797,17
12	Isoladores horizontais STV 10- 12kV com acessórios	un	3	2.337,04	7.011,12
13	Poste de Madeira creosotado 160- 220 mm de 12,25 metros	un	2	15.439,00	30.878,00
14	Drop-out de 12kV com acessórios Operating Current: 10 kA	un	1	7.647,45	7.647,45
15	Para-raios de 12kV com ferragem, Operating Current: 10 kA	un	3	7.376,54	22.129,62
16	Travessas, perfil ferro L galvanizado $100 \times 50 \times 6$ de 2,80 metros	m	1	8.148,17	8.148,17
17	Base de Alvenaria para assentar o Transformador	un	1	95.000,00	95.000,00
18	Ganchos M20	un	4	345,15	1.380,60
19	Ganchos M16	un	9	214,25	1.928,25
20	Espia completa de MT	un	2	14.500,00	29.000,00
21	Terras de Serviço e Protecção por Kit	un	2	20.845,00	41.690,00
22	Condutor AAAC PINE (71.6mm^2)	m	60	151,48	9.088,80
23	Placas de perigo de morte	un	2	350,00	700,00
24	Condutor PBT $1 \times 35\text{mm}^2$	m	10	310,00	3.100,00
25	Condutor nu de Cobre $1 \times 35\text{mm}^2$	m	10	260,00	2.600,00
Custo total dos materiais					1.001.669,6
Mão-de-obra					155.069,6
Transporte					98.220,55
Sub-total					1.254.959,75

IVA 17%	213.343.15
TOTAL GLOBAL (MT)	1.468.302,857

4. Conclusão

Conclui que o novo posto de transformação ira ajudar a descongestionar a carga do actual Posto de transformação e bem como criar uma reserva de potência para os futuros clientes.

O novo posto de transformação estará montado no centro de cargas, e com duas saídas ou derivações usadas para descongestionar a carga do PT 136 melhorando desta forma as tensões no final da rede de baixa tensão, o sistema terá uma potencia total de 475 kVA sendo 315 kVA do actual PT 136 e 160 kVA do novo. O projecto esta orçado em 1.468.302,857MZN.

5. Recomendações

Recomenda-se para trabalhos futuro uma inspecção periódica mensal.

Onde deve se avaliar:

- ✓ Verificar o nível de carregamento do PT;
- ✓ Verificar se uma das fases esta sobrecarregada em relação à outra;
- ✓ Em caso de quaisquer inconveniências no carregamento das fases retirar alguns consumidores duma fase para outra de modo a equilibrar;
- ✓ Verificar rigorosamente que as ligações de terra de serviço e protecção estejam em funcionamento, eficaz e que a resistência de condutor dos eléctrodos seja inferior à 20Ω
- ✓ Verificar os suportes dos isoladores bem como todas as ferragens;
- ✓ Verificar a conexão do neutro à terra.

6. Referências Bibliográficas

1. ACT - Autoridade para as Condições do Trabalho (2011), Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho: Um instrumento para uma melhoria contínua.
2. AMARAL, A. Vasco. Metodologia científica. Teoria e prática investigativa. 2ª Edição. Porto Editora. 2001.
3. Dantas, W. (2010). Interpretação das definições de termos de Manutenção estabelecidos pela Norma ABNT NBR 5462 - Manutenibilidade e Confiabilidade. Webartigos Website. Acedido em Maio 15, 2022.
4. DGE - Direcção Geral de Energia (1984), Postos de Transformação Aéreos dos Tipos AI-1 e AI-2 – Memória Descritiva e Justificativa; Lopes da Silva Editora.
5. DGE - Direcção Geral de Energia (2003), Projecto-Tipo dos Postos de Transformação Aéreos dos Tipos A e AS, (3ª edição): Direcção Geral de Energia.
6. Direcção Geral de Energia (1984), Postos de Transformação Aéreos dos Tipos AI-1 e AI-2 – Memória Descritiva e Justificativa; Lopes da Silva Editora.
7. E. Distribuição, “Ligação de clientes de baixa tensão,” p. 226, 2015.
8. EDP Distribuição S.A. (2003). Guia de Manutenção de Posto de Transformação Website. Acedido em Abril 25, 2022 em http://www.edpdistribuicao.pt/pt/profissionais/EDP%20Documents/guia_manut_pt.p.
9. J.-P. Dedieu, “Newton-Raphson Method,” *Encycl. Appl. Comput. Math.*, vol. 6, no. 7, pp. 1023 – 1028, 2015.
10. LAKATOS, Eva Maria e MARCONI, Marina de Andrade. Metodologia Científica. 4ª Edição Revista. São Paulo: Atlas, 2007.
11. MARTINS, Gilberto de Andrade. Manual para elaboração de monografias e dissertação. 2ª Edição. São Paulo: Atlas, 2009.
12. Olive, B. - The benefits of maintenance outsourcing. PlantServices. Wensite. Acedido em Maio 26, 2022 em <http://www.transformepostservices.com/articles/2004/159.html?page=1>.

13. SARAIVA, João Paulo Tomé - Dimensionamento e Protecção de Canalizações Eléctricas em Baixa Tensão - Departamento de Engenharia Electrotécnica e Computadores da FEUP, Setembro de 2000.
14. SEVERINO, António Joaquim, Metodologia do trabalho científico 21 edição revista e ampliada, Brasil 2000.
15. Strategic Asset Management Inc. (2020), Defining Asset Management, Strategic Asset Management Inc. (SAMI) Website. Acedido Maio 15, 2022 em http://www.plant-maintenance.com/articles/Defining_Asset_Management.pdf.

ANEXOS

ANEXO 1

Tabela A1-1: características dos disjuntores

Intensidade nominal (I_N) (A)	Intensidade convencional de não fusão (I_{nf}) (A)	Intensidade convencional de fusão (I_f) (A)
6	7	8
10	11	13
16	16.5	19.5
20	22	26
25	27.5	32.5
30	33	39
40	44	52
50	55	65
60	66	78
80	88	104
100	110	130
125	137	162
150	165	195
200	220	260
250	263	338
315	331	425
400	420	540

ANEXO 2

Tabela A2-2: Características dos Corta-circuitos fusíveis

Intensidade nominal (I_n) (A)	Intensidade convencional de não fusão (I_{nf}) (A)	Intensidade convencional de fusão (I_f) (A)
2	3	4
4	6	8
6	9	13
8	12	16
10	15	19
12	17	21
15	21	26
16	22	28
20	28	35
25	35	44
30	39	48
32	41	51
40	52	64
50	65	80
60	78	96
63	82	101
80	104	128
100	130	160
125	162	200
160	208	256
200	260	320
250	325	400
315	410	504

ANEXO 3

Tabela A3-3: Intensidades admissíveis em cabo de tensão nominal

0.8/1.2KV 2.4/3.6KV 2.4/3.6KV

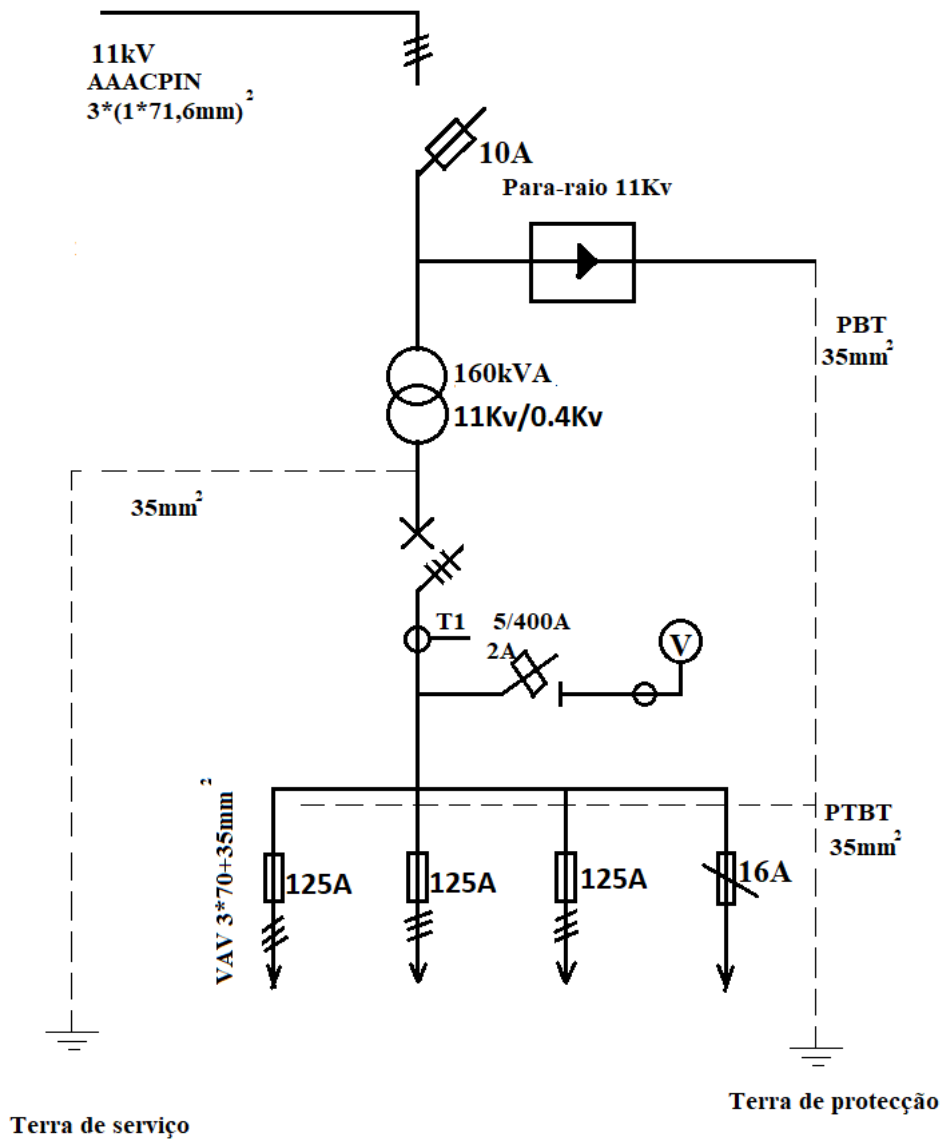
TABELAS DE INTENSIDADES DE CORRENTES ADMISSÍVEIS								
CABOS DE BAIXA TENSÃO								
TIPO	PT - N05 VV - U / H05 VV - F / VV / VAV				LVV / LSVV / LVAV / LSVAV			
SECCÃO (mm ²)	COBRE				ALUMÍNIO			
	2 CONDUTORES		3-4 CONDUTORES		2 CONDUTORES		3-4 CONDUTORES	
	ENTERR.	AO AR	ENTERR.	AO AR	ENTERR.	AO AR	ENTERR.	AO AR
0.5	-	14	-	12	-	-	-	-
1	-	17	-	15	-	-	-	-
1.5	30	22	25	20	-	-	-	-
2.5	40	30	35	28	-	-	-	-
4	50	40	45	36	-	-	-	-
6	65	50	60	48	-	-	-	-
10	90	70	80	65	-	-	-	-
16	120	95	110	90	95	75	90	70
25	155	125	135	110	125	100	110	90
35	185	150	165	130	150	120	130	105
50	220	180	190	150	175	145	150	120
70	280	225	245	195	225	180	195	155
95	335	270	295	235	270	215	235	190
120	380	305	340	270	305	245	270	215
150	435	350	390	310	350	280	310	250
185	490	390	445	355	390	310	355	285
240	570	455	515	410	455	365	410	330
300	640	510	590	470	510	410	470	375
400	760	610	700	560	610	490	560	450
500	-	-	-	-	-	-	-	-

ANEXO 4

Tabela A4-4: Factor de correcção para cabos multicondutores enterrados (β)

TABELA 2	Factor de correcção para cabos multicondutores enterrados (β)							
NÚMERO DE CABOS COM PEQUENO AFASTAMENTO	2	3	4	5	6	8	10	
Multiplicar os valores das tabelas ¹ por 2 e 3	0.90	0.80	0.75	0.70	0.65	0.62	0.60	

ANEXO 6



A 6-6: Esquema Geral do Posto de Transformação

ANEXO 7
Actas dos encontros



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
ACTA DE ENCONTROS**

REFERÊNCIA DO TEMA:	2022ELEPPL03
Data:	22/04/2022

1. AGENDA:

Apresentação do TAT e discursão em torno do tema

2. PRESENCAS

Supervisor	Engº José Chissico
Co-Supervisor	
Estudante	José Eduardo Gaspar Correia
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Correção do tema
Correção dos objectivos e da metodologia

4.RECOMENDAÇÕES:

5.OBSERVAÇÕES

--	--

6.DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO

13/05/2022

	13/05/2022
--	------------



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
ACTA DE ENCONTROS**

REFERÊNCIA DO TEMA:	2022ELEPPL03
Data:	13/05/2022

1. AGENDA:

Apresentação da revisão bibliográfica

2. PRESENÇAS

Supervisor	Engº José Chissico
Co-Supervisor	
Estudante	José Eduardo Gaspar Correia
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Descrever a metodologia que ira utilizar para realização do projecto
Rever a qualidade do texto e atenção a erros ortográficos e acentuação
Melhorar a organização ou formatação do texto

4.RECOMENDAÇÕES:

Durante a descrição deve se focar no seu caso de estudo

5.OBSERVAÇÕES	
---------------	--

6.DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	09/06/2022
----------------------------	------------



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
ACTA DE ENCONTROS**

REFERÊNCIA DO TEMA:	2022ELEPPL03
Data:	09/06/2022

1. AGENDA:

Apresentação dos resultados, análise e discussão

2. PRESENÇAS

Supervisor	Engº José Chissico
Co-Supervisor	
Estudante	José Eduardo Gaspar Correia
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Apresentação dos cálculos
As considerações finais só podem ser feitas depois de todo trabalho
Melhorar a conclusão

4.RECOMENDAÇÕES:

O resumo é feito no final do trabalho de investigação e não antes. Porque é na verdade a descrição em poucas linhas do que terá sido feito

Sempre que escrever uma conclusão deve se olhar para os objetivos ,geral e específicos

5.OBSERVAÇÕES

6.DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO

28/06/2022



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
ACTA DE ENCONTROS**

REFERÊNCIA DO TEMA:	2022ELEPPL03
Data:	28/06/2022

1. AGENDA:

Apresentação do avanço do trabalho acerca da organização do trabalho

2. PRESENÇAS

Supervisor	Engº José Chissico
Co-Supervisor	
Estudante	José Eduardo Gaspar Correia
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Melhorar o resumo
Fez se a correção do objectivo geral
Melhorar a conclusão

4.RECOMENDAÇÕES:

5.OBSERVAÇÕES

--	--

6.DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO

--	--

Anexo 8
Relatório de progresso



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
CURSO DE ENGENHARIA ELÉCTRICA
RELATÓRIO DE PROGRESSO

REFERÊNCIA DO TEMA:	2022ELEPPL03
---------------------	--------------

ACTV.	DATA	ESTÁGIO (%)	OBSERVAÇÕES	RÚBRICA
1	13/05/22	20	Melhorar a introdução.	
		100	Pode avançar com a parte da revisão bibliográfica	
2	09/06/22	30	Fazer revisão sobre metodologia de investigação	
		30	Melhorar a organização ou formatação do texto	
	13/06/22	100	Pode avançar para a parte prática	
3	28/06/22	33	Durante a descrição deve se focar no seu caso de estudo	
		80	Melhorar a conclusão e Resumo do trabalho	

Anexo 9

Avaliações



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
F1 - GUIA DE AVALIAÇÃO DO RELATÓRIO ESCRITO

Nome do estudante: José Eduardo Gaspar Correia

Referência do tema: 2022ELEPPL03 Data:07/03/2022

Título do tema: Redimensionamento de um Posto de Transformação como estratégia para melhorar a qualidade de energia eléctrica no Bairro das Mahotas-
Caso de estudo do PT136-Cidade de Maputo

1. Resumo					
1.1. Apresentação dos pontos chaves no resumo (clareza, organização, correlação com o apresentado)	1	2	3	4	5
Secção 1 subtotal (max: 5)					

2. Organização (estrutura) e explanação										
2.1. Objectivos	1	2	3	4	5					
2.2. Introdução, antecedentes e pesquisa bibliográfica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.3. Metodologias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.4. Resultados, sua análise e discussão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.5. Conclusões e aplicação dos resultados (recomendações)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Secção 2 subtotal (max: 45)										

3. Argumentação										
3.1.Criatividade e originalidade	1	2	3	4	5					
3.2.Rigor	1	2	3	4	5					
3.3.Análise crítica, evidência e lógica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.4.Relação objectivos/métodos/resultados/conclusões	1	2	3	4	5					
3.5.Relevância	1	2	3	4	5					
Secção 3 subtotal (max: 30)										

4. Apresentação e estilo da escrita					
4.1. Legibilidade e organização	1	2	3	4	5
4.2. Ilustração e qualidade das figuras e tabelas	1	2	3	4	5
4.3. Estilo da escrita (fluência do texto, uso da língua e gramática)	1	2	3	4	5
4.4.Fontes bibliográficas (citação correcta, referências, etc)	1	2	3	4	5
Secção 4 subtotal (max: 20)					

Total de pontos (max: 100)	
---------------------------------------------	--

Nota (=Total*0,2)	
--------------------------	--

Nota: Quando exista a componente gráfica (desenhos técnicos), a nota acima é multiplicada por 0,8 cabendo os restantes 20% do peso à referida parte gráfica



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
F2 – GUIA DE AVALIAÇÃO DA APRESENTAÇÃO ORAL E DEFESA

Nome do estudante: José Eduardo Gaspar Correia

Referência do tema: 2022ELEPPL03 Data:07/03/2022

Título do tema: Redimensionamento de um Posto de Transformação como estratégia para melhorar a qualidade de energia eléctrica no Bairro das Mahotas-

Caso de estudo do PT136-Cidade de Maputo

1. Introdução										
1.1. Apresentação dos pontos chaves na introdução (Contexto e importância do trabalho)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Secção 1 subtotal (max: 10)										

2. Organização e explanação										
2.1. Objectivos	1	2	3							
2.3. Metodologia	1	2	3	4						
2.4. Resultados, sua análise e discussão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.5. Conclusões e aplicação dos resultados (recomendações)	1	2	3	4	5	6	7	8		
Secção 2 subtotal (max: 25)										

3. Estilo da apresentação										
3. 1. Uso efectivo do tempo	1	2	3	4	5					
3.2. Clareza, tom, vivacidade e entusiasmo	1	2	3	4	5					
3.3. Uso e qualidade dos audiovisuais	1	2	3	4	5					
Secção 3 subtotal (max: 15)										

4. Defesa										
4.1. Exactidão nas respostas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.2. Domínio dos conceitos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.3. Confiança e domínio do trabalho realizado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.4. Domínio do significado e aplicação dos resultados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.5. Segurança nas intervenções	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Secção 3 subtotal (max: 50)										

Total de pontos (max: 100)		Nota (=Total*0,2)	
---------------------------------------	--	--------------------------	--



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
F3 - FICHA DE AVALIAÇÃO GLOBAL

Nome do estudante: José Eduardo Gaspar Correia

Referência do tema: 2022ELEPPL03 Data:07/03/2022

Título do tema: Redimensionamento de um Posto de Transformação como estratégia para melhorar a qualidade de energia eléctrica no Bairro das Mahotas-
Caso de estudo do PT136-Cidade de Maputo

AVALIADOR	NOTA OBTIDA	PESO (%)
Relatório escrito (F1)	N1=	A= 60
Apresentação e defesa do trabalho (F2)	N2=	B= 40

CLASSIFICAÇÃO FINAL $=(N1*A+N2*B)/100$	
----------------------------------------------------------	--

OS MEMBROS DO JURI:

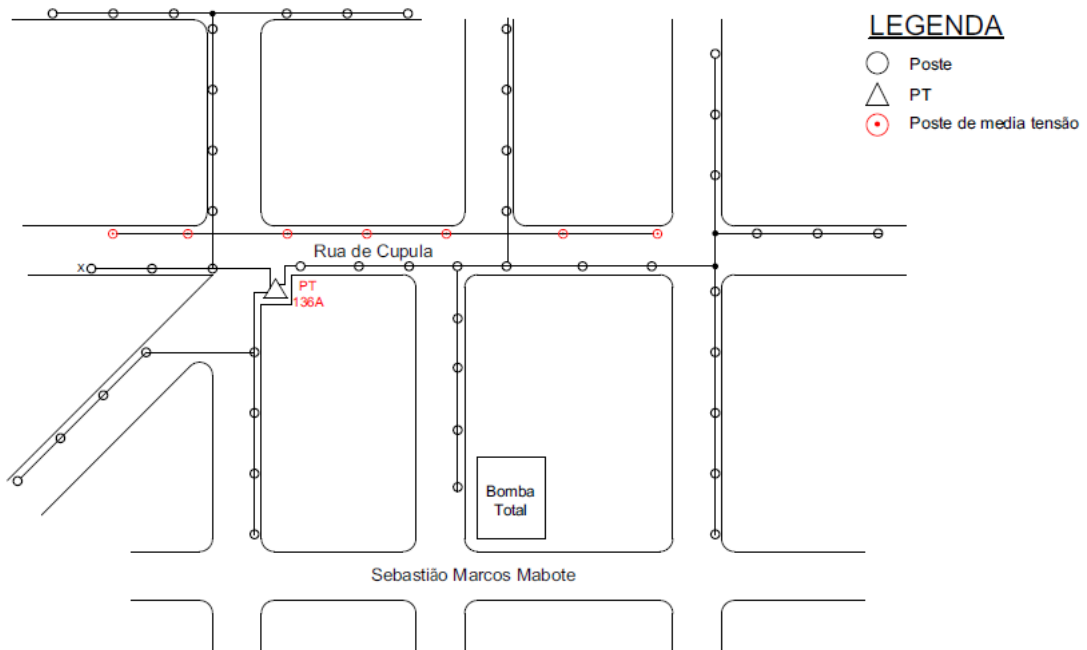
O Presidente	
O Oponente	
Os Supervisores	

Apêndices

Apêndice 1

Estado actual da rede do PT 136

ESTADO ACTUAL DA REDE DO PT136



Apêndice 2

Estado futuro com novo Posto de transformação

ESTADO FUTURO COM O NOVO POSTO DE TRANSFORMAÇÃO

