



FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

CURSO DE ENGENHARIA ELÉCTRICA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

Título:

**PROPOSTA DE MODIFICAÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO COM VISTA A
MELHORAR A QUALIDADE NO FORNECIMENTO DA ENERGIA ELÉCTRICA EM
BAIXA TENSÃO NO BAIRRO DE CHAMISSAVA ZONA KA TERESA**

AUTOR (A):

Chachuaio, Orpa Zacarias

SUPERVISOR:

Mestre Albino Anacleto, eng.º

Maputo, Julho de 2022



UNIVERSIDADE
EDUARDO
MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

CURSO DE ENGENHARIA ELÉCTRICA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

Título:

**PROPOSTA DE MODIFICAÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO COM VISTA A
MELHORAR A QUALIDADE NO FORNECIMENTO DA ENERGIA ELÉCTRICA EM
BAIXA TENSÃO NO BAIRRO DE CHAMISSAVA ZONA KA TERESA**

AUTOR (A):

Chachuaio, Orpa Zacarias

SUPERVISOR:

Mestre Albino Anacleto, eng.º

Maputo, Julho de 2022



ELECTRICIDADE
DE MOÇAMBIQUE, E.P.

DIRECÇÃO REGIONAL DA CIDADE DE MAPUTO

Para:
Universidade Eduardo Mondlane
Faculdade de Engenharia

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

Vossa Referência:

Data:
14-02-2022

Contacto:
Ana Matjaja
Ana.matjaja@edm.co.mz
Telefone: +258 845138990

Assunto: Pedido de Estágio

Exmos Senhores

Acusamos a recepção carta datada de 08 de Março de 2022, através da qual solicita estágio profissional para a senhora **Orpa Zacarias Chachuaio**, estudante do curso de Engenharia Eléctrica, por um período de três (3) meses, informamos que dispomos de condições para acolher o estudante supra, devendo o mesmo 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 de apropriado de HST (Fato macaco, botas, luvas e capacete).

Atenciosamente,



Página 1 de 1

AV. Miguel Bombarda Nº 3000 • Maputo • Moçambique
Tel (+258) 21 400230 • Fax (+258) 21 400298 • www.edm.co.mz
Iluminando a Transformação de Moçambique



843832598
831465713



ELECTRICIDADE DE MOÇAMBIQUE- EP

DIRECÇÃO REGIONAL DA CIDADE DE MAPUTO DEPARTAMENTO DE ESTUDOS E PROJECTOS FICHA DE REGISTO DE ESTÁGIO

NOME DO ESTAGIÁRIO: Orpa Zacarias Chachuaio

ESPECIALIDADE: Engenharia Electrica

TIPO DE TRABALHO DESENVOLVIDO: Levantamentos para melhoramentos de Redes de Baixa e Média Tensão, Estudo e desenvolvimento de Projectos visando o descongestionamento e alívio de PT's na rede pública de Média Tensão, Monitoramento de Carga dos PT's públicos, Desenvolvimento de Projectos de Electrificação e Cadastro de Redes de Baixa e Média Tensão, Manutenção de redes e Reparação de Avarias em redes de Baixa e Média Tensão.

TEMPO DE ESTÁGIO: 15/03/2022 à 15/06/2022

HORÁRIO DE TRABALHO: das 07:30 às 15:30

CLASSIFICAÇÃO DO ESTAGIÁRIO

EXCELENTE	BOM	SUFICIENTE	INSUFICIENTE
	X		

OBSERVAÇÃO GERAL

	EXCELENTE	BOM	SUFICIENTE	INSUFICIENTE
ASSIDUIDADE	X			
PONTUALIDADE		X		
COMPORTAMENTO		X		
RELACIONAMENTO		X		
DEDICAÇÃO	X			
CONHEC. PRATICOS		X		
CONHEC. TEÓRICOS		X		

Comportamento final: **BOM**

ASSIDUIDADE

Nº TOTAL DE FALTAS	JUSTIFICADAS	INJUSTIFICADAS
----0----	----0----	----0-----

O Supervisor

Alexandre Marrengula





FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
Curso de Engenharia Eléctrica-Pós-Laboral

TERMO DE ATRIBUIÇÃO DE TEMA PARA ESTÁGIO PROFISSIONAL

REFERÊNCIA DO TEMA:	2022ELEPPL01	Data:	07/03/2022
---------------------	--------------	-------	------------

1. TÍTULO DO TEMA

Proposta de Modificação da rede de distribuição com vista a melhorar a qualidade do fornecimento da energia eléctrica em Baixa tensão no bairro de Chamissava zona ka Teresa, Distrito Municipal da Katembe.

2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DO TRABALHO A DESENVOLVER

Introdução

A energia eléctrica é indispensável ao quotidiano da sociedade actual, sendo um dos factores estratégicos para o seu desenvolvimento socioeconómico. O trabalho apresenta proposta de modificação da rede de distribuição com vista a melhorar a qualidade de fornecimento da energia eléctrica em baixa tensão no Bairro de Chamissava, Zona ka Teresa, Distrito Municipal de Katembe. A zona em causa é alimentada por um Posto de Transformação (PT nº139R) de 250kVA com a rede de baixa tensão convencional, sendo que a mesma em alguns pontos é precária apresentando quedas excessivas de tensão em alguns pontos da mesma. A melhoria da rede nesta zona consiste na eliminação da rede precária, melhorar a rede de BT obsoleta e descongitionar o PT 139R através de montagem de um novo no centro de cargas.

Este projecto tem como visão geral, fazer com que a energia chegue aos consumidores com a qualidade desejada

Justificativa

O fornecimento de energia eléctrica deve seguir parâmetros de qualidade do serviço e parâmetros de qualidade do produto. O motivo deste estudo tem a ver com a reclamação por parte dos representantes da concessionária (EDM) da katembe, sobre as excessivas quedas de tensão que surgem naquela zona. Dai houve a necessidade de se fazer um projecto que visa propor soluções para o melhoramento da qualidade e confiabilidade no fornecimento de energia eléctrica para a satisfação dos consumidores.

Formulação Problema

- A zona de Ka Teresa apresenta rede precária.
- Maiores quedas de tensão.
- Ligação comboio, isto é, vizinhos que partilham a mesma baixada
- Redes monofásicas extensas

Objectivo Geral

Apresentar a proposta de Modificação da rede de distribuição com vista a melhorar a qualidade do fornecimento da energia eléctrica em Baixa tensão no bairro de Chamissava zona ka Teresa, Distrito Municipal da Katembe.

Objectivos Específicos

- Fazer o levantamento topográfico para o perfil da Rede de Média e Baixa Tensão
- Identificar o local onde será implantado o novo posto de transformação.
- Dimensionar o Posto de Transformação,
- Montagem de um PT para descongestionar o PT existente (PT nº 139R).
- Dimensionar secção dos cabos e as respectivas protecções;
- Eliminar a rede precária e obsoleta;
- Apresentar a lista de quantidades de materias e estimativas de custos.

Metodologia

I. Quanto à abordagem

- Pesquisa quantitativa vai consistir na consecução de dados de forma a apresentar resultados aplicados para a modificação da rede de distribuição com vista a melhorar o fornecimento da energia eléctrica de baixa tensão.

II. Quanto à natureza

- Pesquisa aplicada vai consistir na busca de soluções para o problema específico de quedas de tensões bem como da precariedade da rede.

III. Quanto aos objectivos

- Pesquisa descritiva análise e descrição das dificuldades obtidas em relação aos dados colectados na pesquisa

IV. Quanto aos procedimentos

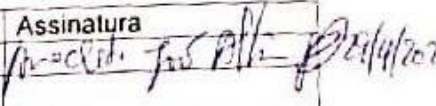
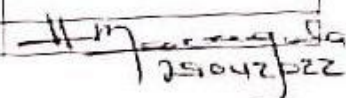
- Pesquisa bibliográfica. Análise e aquisição de toda a informação, que por via de livros electrónicos ou visitas às bibliotecas nacionais, por forma a adquirir uma fundamentação teórica sobre o melhoramento da rede eléctrica em baixa tensão
- Pesquisa ex- post -facto: vai consistir no registo de dados após a ocorrência de um problema
- Pesquisa de campo: será caracterizado pela recolha da informação por meio de conversas informais com os profissionais da área, troca de ideias e conhecimentos para a concepção do trabalho.



3. LOCAL DE REALIZAÇÃO

EDM - Direcção Regional da Cidade de Maputo-DEP

4. SUPERVISORES

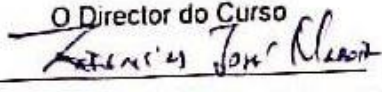
	Nome	Assinatura
Da UEM	Eng ^o . Albino Anacleto	
Co-supervisor		
Da Instituição	Eng ^o . Alexandre Marrengula	

Maputo, 29 de Abril de 2022

O estudante

Orpa Zacarias Chachuaio
(Chachuaio, Orpa Zacarias)
(Contactos: +258 843872598)

O Director do Curso


(Eng^o. Zefanias José Mabote)
29.04.2022

A Chefe da Comissão Científica

Jose Nelson Guambe
(Mestre José Nelson Guambe, Eng^o.)
04/05/22

Plano de actividades

Trabalho de Estágio Profissional

Tema: Proposta de Modificação da rede de distribuição com vista a melhorar a qualidade do fornecimento da energia eléctrica em Baixa tensão no bairro de Chamissava zona ka Teresa, Distrito Municipal da Katembe.

Data: 07/03/22

Referência: 2022ELEPPL01

Semana	Data Prevista	Data de encontro	Hora	Assunto
1	13/04/22	18/04/22	15:00	Envio do Plano de Actividades ao supervisor.
2	29/04/22	29/04/22	16:00	Apresentação do termo de atribuição do tema ao Docente.
3	13/05/22		16:00	Apresentação dos dados para o desenvolvimento do projecto
4	27/05/22		16:00	Análise e discussão de alguns capítulos do projecto
5	23/06/22		16:00	Análise e discussão dos resultados do projecto.
6	30/06/22		16:00	Entrega do relatório final
Supervisor: Eng ^o Anacleto Albino			Assinatura:	<i>Anacleto Albino</i> 07/03/22
Estudante: Chachuaio, Orpa Zacarias			Assinatura:	<i>Orpa Zacarias Chachuaio</i>

Observações:



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA

F1 - GUIA DE AVALIAÇÃO DO RELATÓRIO ESCRITO

Nome do estudante: Chachuaio, Orpa Zacarias

Referência do tema: 2022 ELEPPL01 Data: 07/03/22

Título do tema: Proposta da modificação da rede de distribuição com vista a melhorar a qualidade no fornecimento de energia eléctrica em baixa tensão no Bairro de Chamissava Zona de Ka Teresa Distrito Municipal de Catembe.

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)	
--------------------------	--



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

FICHA DE AVALIAÇÃO DA ATITUDE DO ESTUDANTE

Nome do estudante: Chachuaio, Orpa Zacarias

Referência do tema: 2022ELEPPL01 Data: 07/03/22

Titulo do tema: Proposta da modificação da rede de distribuição com vista a melhorar a qualidade no fornecimento de energia eléctrica em baixa tensão no Bairro de Chamissava Zona de Ka Teresa Distrito Municipal de Catembe

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 DO TRABALHO DE PROJECTO DO

CURSO

Declaro que o estudante Orpa Zacarias Chachuaio entregou no dia 04 /as 2 cópias do relatório do seu Estágio profissional com referência: 2022ELEPPL01.

Intitulado: Proposta da modificação da rede de distribuição com vista a melhorar a qualidade do fornecimento da energia eléctrica em Baixa tensão no bairro de Chamissava Zona ka Teresa Distrito Municipal de Catembe.

Maputo, 04 de Julho de 2022

A chefe da Secretaria

(Arlete Chiconela)

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, **Chachuaio, Orpa Zacarias**, estudante do 6º nível do curso de Licenciatura em Engenharia Eléctrica, estudante da Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane, com o registo académico Nº 20122759, declaro por minha Honra, que o presente Projecto cujo tema é **“Proposta de Modificação da rede de distribuição com vista a melhorar a qualidade no fornecimento da energia eléctrica em Baixa tensão no Bairro de Chamissava zona Ka Teresa, Distrito Municipal da Catembe”** Constitui o resultado da minha pesquisa pessoal e das informações fornecidas pelos técnicos que fazem parte da família EDM, e pelo apoio dos meus Docentes.

Pelo que subscrevo,

O Estudante

(Chachuaio, Orpa Zacarias)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, que sempre apoiaram-me e incentivaram a continuar a lutar pelos meus sonhos, na certeza de que um dia me tornaria na pessoa que sou hoje.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer a DEUS pelo dom de Vida e por nunca me abandonar apesar de não ser perfeita. De seguida aos meus pais, pela confiança depositada, incentivo e por terem proporcionado condições mínimas para a minha formação.

Um especial agradecimento vai aos meus Avos e minhas irmãs pelas orações que fizeram por em momentos críticos deste percurso.

À família pelo apoio incondicional, o meu muito obrigado. Quero também agradecer aos meus Supervisores, o Eng^o. Anacleto Albino, Docente da Faculdade de Engenharia UEM, e Eng^o. Alexandre Marengula Técnico da Empresa EDM, por todo o apoio, acompanhamento e disponibilidade demonstrada durante a elaboração deste projecto.

E por último agradeço a todos amigos e colegas que de forma directa ou indirecta ajudaram-me neste percurso.

RESUMO

A rede de distribuição de energia eléctrica tem um papel importante no fornecimento de energia aos consumidores, sendo assim é preciso que seja constantemente melhorada ou modificada.

O presente trabalho tem como objectivo apresentar uma proposta de modificação da rede de distribuição, com vista a melhorar a qualidade no fornecimento da energia eléctrica em baixa tensão, na zona de Ka Teresa, Bairro de Chamissava-Catembe.

Este trabalho descreve problemas que assolam Ka Teresa, no que concerne a rede de distribuição de energia eléctrica de baixa tensão, bem como apresentar uma proposta de soluções.

O posto de transformação existente na zona encontra-se sobrecarregado, apresentando uma percentagem equivalente a 154% de carregamento, devido ao aumento da densidade populacional.

A rede eléctrica de BT na zona de Ka Teresa apresenta uma desordem na implantação dos postes (postes mal posicionados, não alinhados), devido a falta de parcelamento. Existem também postes que apresentam certas inclinações nas vias, o que coloca em perigo a vida dos residentes. Em certos quarteirões foram usados materiais locais (estacas) para o suporte das baixadas.

Neste relatório propõe-se o uso do material adequado (postes de madeira) na rede de distribuição de energia eléctrica de baixa tensão, o dimensionamento posto transformação, e dos condutores.

A implementação desta proposta vai melhorar a qualidade da energia fornecida aos consumidores da zona de Ka Teresa.

Palavras-chave: Baixa Tensão; Energia Eléctrica; Média Tensão; Postos de Transformação; Redes de Distribuição de Energia Eléctrica.

ÍNDICE

DECLARAÇÃO DE HONRA	i
DEDICATÓRIA	ii
RESUMO	iv
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Formulação do problema.....	2
1.2 Questões de pesquisa	2
1.2.1 Hipóteses	2
1.3 Justificativa	4
1.4 Objectivos.....	5
1.4.1 Objectivo geral	5
1.4.2 Objectivos específicos	5
1.5 Metodologia	6
1.5.1 Quanto à abordagem	6
1.5.2 Quanto à natureza	6
1.5.3 Quanto aos objectivos.....	6
1.5.4 Quanto aos procedimentos	6
2 CONCEITO IMPORTANTES	7
2.1 Redes de Distribuição de Baixa Tensão (BT).....	7
2.2 Apoio	7
2.3 Condutor – Condutores	7
2.4 Quadro Geral de Baixa Tensão	7
2.5 Tronco de Circuito de Baixa Tensão.....	7
2.6 Ramal de Circuito de Baixa Tensão	7
2.7 Ponto de Alimentação ou de Entrega	8
2.8 Carga Instalada	8
2.9 Demanda	8

2.10	Demanda Máxima	8
2.11	Demanda Média	8
2.12	Demanda Diversificada:	8
2.13	Factor de Carga (Fc):	9
2.14	Factor de Potência (Fp):.....	9
2.15	Factor de Demanda (Fd):	9
2.16	Poste de Baixa tensão:.....	9
2.17	Níveis de Tensão.....	10
2.18	Posto de Transformação	10
2.18.1	Classificação dos postos de transformação.....	10
2.19	Pórtico para assentamento do PT	11
2.20	Fusíveis	11
2.21	Isoladores.....	12
2.21.1	Os isoladores rígidos:	12
2.21.2	Os isoladores em cadeia:	12
2.22	Disjuntores:	13
2.23	As cadeias de suspensão:.....	13
2.24	As cadeias de amarração:.....	13
2.25	Armações:	13
2.26	Encastramento:	13
2.27	Espiamento:	14
2.28	Iluminação pública.....	14
3	LEVANTAMENTO DE DADOS	15
3.1	Situação actual da zona	15
3.2	Estágio actual da carga	15

3.3	Levantamento de carga do PT139R	17
3.3.1	Apresentação de cálculos	17
3.3.2	Apresentação dos cálculos para a potência instalada do PT 139R	18
4	DIMENSIONAMENTO DO NOVO PT	20
4.1	Apresentação do cálculo potência a instalar PT novo.	21
4.2	Factor de Evolução de Carga	22
4.3	Carga do PT 139R, após a instalação do novo PT.....	23
5	DIMENSIONAMENTO DOS DISPOSITIVOS.....	25
5.1	Escolha da secção dos condutores	25
5.2	Resistência da linha.....	26
5.3	A reactância da linha:	27
5.4	Queda de tensão	27
5.5	Dimensionamento do Posto de transformação	27
5.5.1	Transformador de Potência:.....	28
5.5.2	Aparelhos de Seccionamento	28
5.5.3	Seccionadores	28
5.5.4	Função dos seccionadores	28
5.5.5	Protecção por pára-raios.....	29
5.5.6	Drop- Outs:.....	29
5.6	Dimensionamento da rede de BT	30
5.7	Esquema topográfico da proposta da nova rede de distribuição em BT.....	31
5.8	Determinação das correntes de serviço em BT	32
5.9	Determinação das protecções de equipamentos da baixa tensão	32
5.9.1	Protecções contra Sobrecorrentes.....	32
6	CARACTERÍSTICAS DE MONTAGEM	35
6.1	Apoios.....	35

6.2	Esforços mecânicos.....	35
6.3	Vão crítico:.....	36
6.3.1	Carga aplicada nos apoios.....	36
6.4	Flexa Máxima	37
6.5	Isoladores de 33kv.....	37
6.6	Distâncias regulamentares	38
6.7	Espiamento.....	38
6.8	Aterramento.....	38
6.8.1	Terra de Serviço.....	38
6.8.2	Terra de Protecção	39
6.8.3	Condutores de Terra	39
6.8.4	Eléctrodos de Terra.....	39
7	ESTIMATIVA DE CUSTOS	40
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
8.1	Conclusão.....	42
8.2	Recomendações.....	42
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

LISTA DE SIMBOLOS E ABREVIATURAS

P.inst- Potencia instalada (kW)

Ku-Factor de utilização

Ks- Factor de simultaneidade

Pg- Potencia de um grupo de casas(kW)

$\cos\Phi$ - Factor de potência

In- corrente nominal (A)

s- potencia aparente (kVA)

Icc- corrente do curto-circuito (A)

U – Tensão eléctrica (U)

Isn- corrente serviço em regime normal (A)

Is- corrente de serviço (A)

K- Constante

S- secção (mm²)

Iz- corrente máxima admissível (A)

Inf- corrente de não fusão (A)

Sn- potência normal do transformador (kVA)

PT- posto de transformação

PIP- potência de instituições publicas (kW)

BT- baixa tensão

MT- media tensão

r/km - resistência por km

δ - densidade de corrente admissível

R_a - resistência devido ao meio ambiente;

$R_{20^\circ C}$ - Resistência do condutor a $20^\circ C$;

$\alpha_{20^\circ C}$ - Coeficiente de variação de temperatura;

θ_{local} - Temperatura local

f - Frequência da rede;

L - Indutância do condutor;

EDM- Electricidade de Moçambique

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho visa apresentar uma proposta de modificação da rede de distribuição, com vista a melhorar a qualidade no fornecimento da energia eléctrica em baixa tensão, no Bairro de Chamissava- Zona Ka Teresa, Distrito Municipal de Catembe.

O Bairro de Chamissava recebe uma linha aérea de 33kV que dista a mais de 100km proveniente da subestação situada no Bairro de Salamanga, esta linha apresenta muitas derivações (seccionamentos) até chegar ao Bairro acima mencionado. Esta linha alimenta 7 postos de transformação no bairro de Chamissava.

A zona de Ka Teresa é alimentada por um Posto de Transformação (PT nº139R) de 250 kVA, com quatro saídas. Devido ao desenvolvimento económico da região, houve um aumento considerável no consumo de energia e no surgimento de novos consumidores. Desta forma a rede previamente instalada não se encontra em condições de satisfazer a demanda dos consumidores, pelo que surgem frequentemente baixas tensões aos consumidores, disparos contínuos devido a sobrecargas na linha.

A rede eléctrica de baixa tensão existente na zona é convencional, isto é, foram usados os materiais padronizados para a projecção de uma rede de distribuição como (postes de madeira, postes de betão e o uso de condutores de secção regulamentada, tanto para instalações monofásicas assim como trifásicas). A mesma rede em alguns pontos é precária, isto é, foram utilizadas de estacas como postes de apoio, bem como o uso de condutores monofásicos em baixadas que chegam a percorrer distâncias longas.

É nestes moldes que surge a necessidade da modificação do sistema de distribuição de energia eléctrica que vai culminar em um levantamento de real carga instalada na zona, dimensionamento de um novo transformador e da rede de distribuição em baixa tensão.

1.1 Formulação do problema

A zona de Ka Teresa é alimentada por um posto de transformação que apresenta saídas muito extensas e um elevado número de consumidores. Ao passar dos anos, houve um desenvolvimento regional e surgimento de novos consumidores. Com este crescimento não houve um acompanhamento das novas ligações à rede concessionária de energia. Novas cargas foram adicionadas a rede, algumas de forma clandestina o que originou numa sobrecarga do transformador previamente instalado. Nestas circunstâncias, a rede apresenta baixo nível de tensão em locais mais distantes do transformador, cortes de energia frequentes sobretudo nas horas de ponta, entre outras anomalias, o que contribui em uma baixa qualidade no fornecimento de energia eléctrica.

1.2 Questões de pesquisa

- O que é que causa a má qualidade no fornecimento de energia eléctrica na zona de Ka Teresa?
- Como e que será feito o melhoramento da qualidade de energia na zona de Ka Teresa?

1.2.1 Hipóteses

H1: As possíveis causas da má qualidade no fornecimento de energia eléctrica na zona acima mencionada são:

- A falta da manutenção da rede de distribuição de energia eléctrica;
- Quedas de tensão nos condutores durante o consumo de energia;
- Ligação de redes clandestinas.

1.2.2. Soluções

H2: As possíveis soluções para o melhoramento da qualidade no fornecimento de energia eléctrica são:

- Montagem de um novo Posto de transformação;
- Instalação de novos postes de apoio;
- Substituição do posto de transformação instalado por um com capacidade maior;

A concessionária deve garantir manutenção regular da rede na zona de Ka Teresa.

1.3 Justificativa

Os consumidores têm aumentado dia pôs dia, exigindo-se mais da concessionária, o melhoramento das redes eléctricas nos bairros, assim como o aumento das potências fornecidas de modo a melhorar a qualidade no fornecimento de energia nos bairros em crescimento. O motivo da realização deste trabalho tem a ver com a reclamação por parte dos consumidores pela má qualidade de energia na zona de Ka Teresa.

Faz parte da agenda da EDM o melhoramento de todas as redes precárias, bem como a substituição dos postos de transformação que não suportam mais a demanda dos consumidores. Sendo assim há uma necessidade de se apresentar propostas de rectificação ou melhoramento das redes de distribuição na cidade de Maputo e não só, como em todo território moçambicano do modo que a energia fornecida seja de qualidade.

1.4 Objectivos

1.4.1 Objectivo geral

O presente trabalho tem como objectivo geral, a apresentação da proposta da Modificação da rede de distribuição com vista a melhorar a qualidade no fornecimento da energia eléctrica em Baixa tensão no bairro de Chamissava zona Ka Teresa, Distrito Municipal da Catembe.

1.4.2 Objectivos específicos

- ✓ Levantamento topográfico da Rede de Média e Baixa Tensão;
- ✓ Dimensionamento de um novo de um Posto de Transformação;
- ✓ Dimensionamento secção dos cabos e as respectivas protecções;
- ✓ Melhoramento da rede precária;
- ✓ Apresentação a lista de quantidades de matéria e estimativas de custos.

1.5 Metodologia

1.5.1 Quanto à abordagem

- Pesquisa quantitativa: esta pesquisa consiste na consecução de dados de forma a apresentar resultados aplicados para a modificação da rede de distribuição com vista a melhorar o fornecimento da energia eléctrica de baixa tensão.

1.5.2 Quanto à natureza

- Pesquisa aplicada: vai consistir na busca de soluções para o problema específico de quedas de tensões bem como da precariedade da rede.

1.5.3 Quanto aos objectivos

- Pesquisa descritiva: análise e descrição das dificuldades obtidas em relação aos dados colectados na pesquisa.

1.5.4 Quanto aos procedimentos

- Pesquisa bibliográfica: Análise e aquisição de toda a informação, por via de livros electrónicos ou visitas às bibliotecas nacionais, por forma a adquirir uma fundamentação teórica sobre o melhoramento da rede eléctrica em baixa tensão.
- Pesquisa de campo: é caracterizada pela recolha da informação por meio de conversas informais com os profissionais da área, troca de ideias e conhecimentos para a concepção do trabalho.

2 CONCEITO IMPORTANTES

2.1 Redes de Distribuição de Baixa Tensão (BT)

Componente do sistema eléctrico de distribuição que deriva dos transformadores ligados às redes de média tensão e se destina ao suprimento dos consumidores atendidos em baixa tensão e da iluminação pública.

2.2 Apoio

Os apoios definem-se como sendo elementos cuja função é suportar os condutores, podendo ser metálicos, de betão armado, ou em certos casos para linhas de BT ser de madeira.

2.3 Condutor – Condutores

Os condutores definem-se como sendo elementos cuja função é conduzir a energia eléctrica, podendo ser constituídos por um fio, ou por um conjunto de fios que podem ser de cobre, alumínio e alumínio/aço.

2.4 Quadro Geral de Baixa Tensão

O QGBT encontra-se instalado a jusante do transformador, ele é constituído por interruptor ou disjuntor geral que permite fazer o corte geral do QGBT e elementos de protecção (Fusíveis ou Disjuntores) que vão proteger as diferentes saídas, é também constituído de barramentos, elementos de medida como os (Transformadores de Medida e contadores).

2.5 Tronco de Circuito de Baixa Tensão

Parte principal de um circuito secundário, que deriva directamente do barramento do transformador e se caracteriza, na maioria das vezes, por maior seção de condutores. Atende à maior parcela da carga do circuito.

2.6 Ramal de Circuito de Baixa Tensão

Parte de um circuito de Baixa tensão, que deriva do tronco e se caracteriza, normalmente, por condutores de seção inferior, atendimento a parcelas de carga,

conforme a sua distribuição em relação ao tronco e fechamentos em anel, conforme a configuração da rede.

2.7 Ponto de Alimentação ou de Entrega

Ponto no qual um sistema eléctrico recebe energia.

2.8 Carga Instalada

Soma da potência nominal das cargas instaladas em um sistema.

2.9 Demanda

Média das potências eléctricas instantâneas solicitadas ao sistema eléctrico por consumidor, durante um intervalo de tempo especificado.

2.10 Demanda Máxima

Maior das demandas verificadas em um determinado período de tempo.

2.11 Demanda Média

Relação entre a energia consumida em um determinado período de tempo e o número de horas do período.

2.12 Demanda Diversificada:

Demanda resultante da carga de um grupo de unidades consumidoras ligadas em um circuito. É definida com base na probabilidade de utilização simultânea das cargas, ou seja, à demanda máxima do conjunto registada em um intervalo de tempo "t", corresponde à razão obtida entre a demanda do conjunto e o número de cargas deste conjunto, em um intervalo de tempo especificado.

2.13 Factor de Carga (Fc):

Razão entre a demanda média ($D_{\text{méd}}$) e a demanda máxima ($D_{\text{máx}}$) da unidade consumidora, ocorridas no mesmo intervalo de tempo especificado. Pode ser expresso também como sendo a relação entre a energia consumida em um intervalo de tempo (E_{cons}) e a energia que poderia ser consumida caso a carga solicitasse uma potência constante igual à demanda máxima, durante todo o tempo ($E_{\text{máx}}$). O F_c caracteriza como está sendo distribuída a potência requerida pela unidade consumidora ao longo de um tempo pré-definido.

$$FC = \frac{\text{kWh}}{\text{kWxt}} \quad (\text{Eq.1})$$

2.14 Factor de Potência (Fp):

O factor de potência corresponde à razão entre a energia eléctrica activa e a raiz quadrada da soma dos quadrados das energias eléctricas activas e reactiva, consumidas num mesmo período especificado.

O factor de potência de referência terá como limite mínimo permitido para as instalações eléctricas das unidades consumidoras, o valor de 0,92, de acordo com a ANEEL - Procedimentos de Distribuição de Energia Eléctrica no Sistema Eléctrico Nacional – PRODIST, módulo 8, capítulo 4.

2.15 Factor de Demanda (Fd):

Relação entre a demanda máxima ($D_{\text{máx}}$) no intervalo de tempo considerado e a potência total da carga instalada no sistema (P_{total}). Este factor fornece o percentual da potência instalada que está sendo alimentada. Quanto mais próximo da unidade, melhor o factor de demanda.

2.16 Poste de Baixa tensão:

A distribuição da rede eléctrica de baixa tensão, é feita em postes de madeira de 9 m, que são implantados obedecendo o espaçamento de 40 m entre os dois.



Figure 1: Poste de baixa tensão (autor)

2.17 Níveis de Tensão

As redes eléctricas quanto ao nível de tensão podem ser classificadas de seguinte maneira:

- Redes de BT: $U \leq 1000$ V;
- Redes de MT: $1000 < U \leq 45000$ V;
- Redes de AT: $45000 < U \leq 225000$ V;
- Redes de MAT: $U > 225000$ V.

As tensões normalizadas em Moçambique para as linhas de distribuição em média tensão são: 11,33,66 Kv

2.18 Posto de Transformação

Posto de Transformação (PT), é uma instalação eléctrica destinada a elevar ou baixar os níveis de tensão. A energia eléctrica que alimenta o PT, geralmente parte directamente de uma subestação, que por meio das linhas é transportada até ao PT.

2.18.1 Classificação dos postos de transformação

Os postos de transformação podem ser classificados quanto à:

- Instalação, podem ser:

Aéreos;

Cabine.

- Modo de alimentação, podem ser:

Radiais;

Em anel aberto;

Com dupla derivação.

- Serviço prestado, podem ser:

Públicos;

Privados.

- Modo de exploração, podem ser de condução:

Manual;

Automática.

O posto de transformação, numa rede, tem como objectivo proporcionar a transformação através de indução electromagnética, ou um sistema de correntes alternadas num ou vários sistemas de correntes alternadas da mesma frequência, mas de intensidades e tensões diferentes.

2.19 Pórtico para assentamento do PT

Pórtico é a estrutura completa dos apoios para assentar o PT, incluindo, maciço que deverá ser necessário dimensionar convenientemente o mesmo de modo a suportar os esforços.

2.20 Fusíveis

Fusíveis são compostos por um condutor de secção reduzida montados em uma base de material isolante. A estrutura física é a base que suporta o porta fusível e o anel de protecção que visa proteger e evitar o contacto da rosca da base com o circuito. O fusível é substituível e deve ter a descrição do valor da corrente que ele suporta expressa em seu rótulo.



Figure 2: Fusíveis de baixa tensão (Ferreira)

2.21 Isoladores

Os isoladores mecanicamente devem resistir aos esforços da linha, as variações das temperaturas e a acção atmosférica; enquanto electricamente, os isoladores devem garantir resistividades, pois, quanto maior for a resistividade maior será a resistência do isolador.

➤ Classificação dos Isoladores

Os isoladores são classificados quanto:

- Isoladores rígidos;
- Isoladores em cadeia.

2.21.1 Os isoladores rígidos:

São constituídos por vários isoladores de campânula de porcelana ou vidro, por componentes metálicos e pelo material ligante que as justapõe. Eles são fixos rigidamente à armação do apoio, garantindo, por si só, as condições de isolamento do condutor.

2.21.2 Os isoladores em cadeia:

Tal como os isoladores rígidos, são constituídos por vários isoladores de campânula de porcelana, vidro ou resina artificial, por componentes metálicos e pelo material ligante que as justapõe podendo constituir cadeias de amarração ou cadeias de suspensão.

2.22 Disjuntores:

São interruptores em que a abertura do circuito se pode fazer automaticamente protegendo os circuitos de sobreintensidades.

2.23 As cadeias de suspensão:

Correspondem a cadeias verticais ou em V onde os condutores das linhas se encontram suspensos.

2.24 As cadeias de amarração:

Correspondem a cadeias horizontais usadas normalmente em apoios de ângulo, apoios fim de linha e apoios onde a utilização de isoladores rígidos não seja possível. As cadeias de amarração poderão ser ascendentes ou descendentes conforme a colocação das linhas.

2.25 Armações:

As armações correspondem às estruturas metálicas, colocadas na parte superior dos apoios, que suportam os condutores de uma linha aérea.

As diversas formas de armações existentes são:

- Armação em esteira horizontal;
- Armação em triângulo, adaptada para ângulo ou alinhamento;
- Armação em galhardete, adaptada para ângulo ou alinhamento;
- Armação em esteira vertical;
- Armação em pórtico.
- Armação em pórtico.

2.26 Encastramento:

Os apoios de MT são implantados directamente no solo, com espaçamento de 80 m de um poste a outro, a uma profundidade de 2 m, de modo a garantir maior segurança, e são atacados simplesmente com pedra solta e areia. Recomenda-se a compactação do mesmo a cada 500 cm, colocação de uma coroa de pedras duras de dimensões convenientes (± 30 cm) na base do poste e outra no terço

superior da escavação devendo a altura destas coroas ser aproximadamente igual ao diâmetro do poste.

2.27 Espiamento:

Servem para ajudar o poste a suportar os esforços exercidos pelo cabo, geralmente são aplicados aos postes localizados nos ângulos.

2.28 Iluminação pública

A iluminação deve ser comandada por fotocélulas. A fotocélula possui um contacto normalmente aberto que sem a presença da luz fecha-se, então deve se localizar em lugares onde é atingido por raios solares para as lâmpadas ficarem acesas com escuridão. Normalmente a fotocélula é colocada nos cantos superiores dos quadros de distribuição e deve comandar todas as saídas dos cabos do quadro de distribuição dos transformadores.

3 LEVANTAMENTO DE DADOS

3.1 Situação actual da zona

- ❖ PT Pórtico- assente em maciço
- ❖ Potência do transformador - 250kVA
- ❖ Saídas - 4 saídas ou canalizações
- ❖ Tensão Nominal – 33/0.4 kV
- ❖ Cabo de saída do transformador até ao quadro do armário – VAV 120mm²
- ❖ Cabo de saída do armário para o primeiro poste VAV 4x95mm²+50
- ❖ Localização - Bairro Chamissava, Zona Ka Teresa Distrito Municipal da Catembe.

3.2 Estágio actual da carga

A zona faz parte de um Bairro habitacional, e com base no levantamento feito, constatou-se que existem:

- Trezentas e cinquenta e uma residências;
- Duas escolas primárias;
- Cinco igrejas;
- Vinte e seis estabelecimentos comerciais;
- Trezentos e noventa e quatro postes de madeira de eucalipto.

Apresentação da rede de distribuição actual

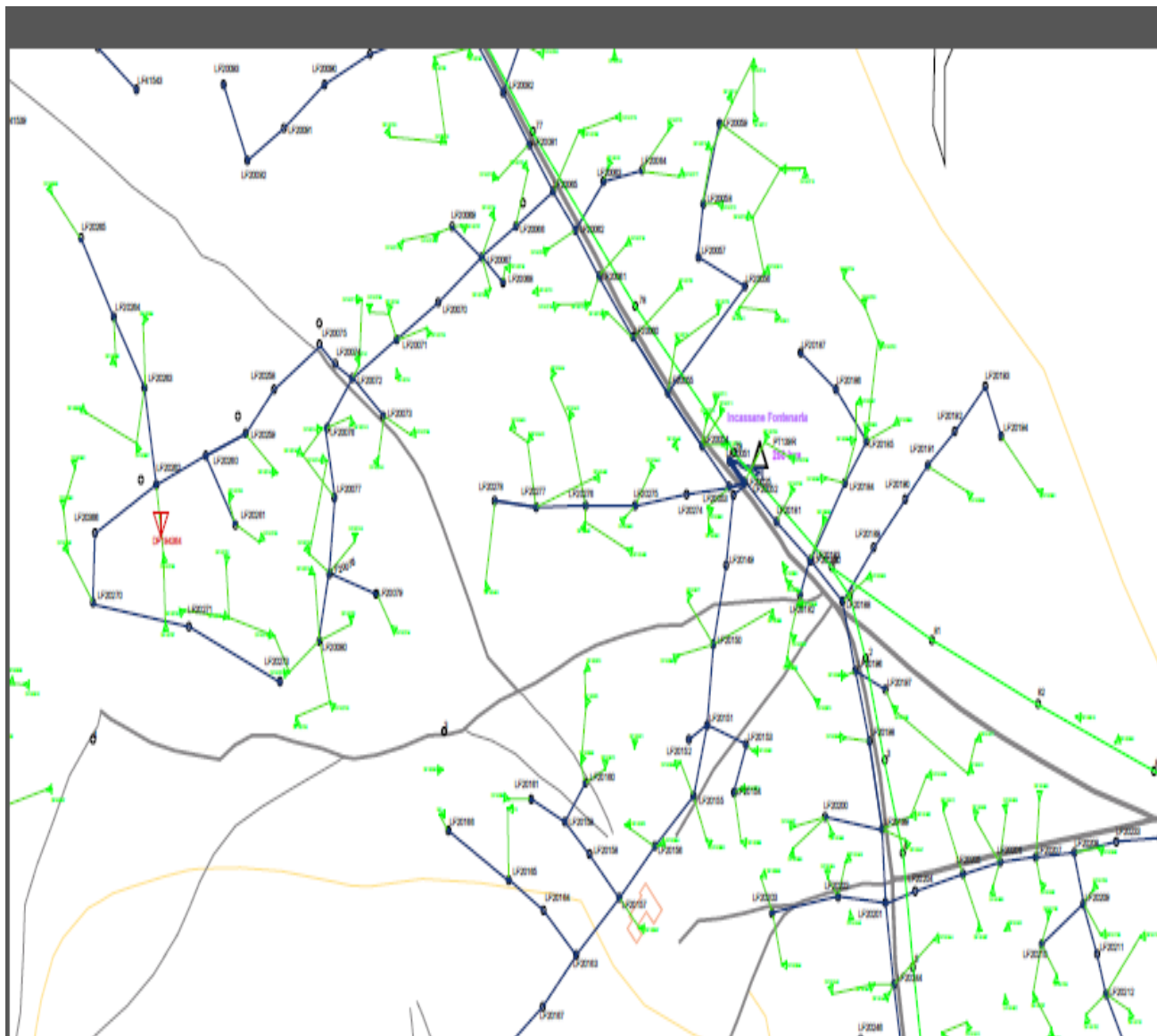


Figure 3: Rede de distribuição de energia eléctrica de Ka Teresa (PT 139R)

3.3 Levantamento de carga do PT139R

Nesta etapa fez-se a recolha de dados na zona em questão. E como resultados obteve-se os dados que encontram-se na tabela seguinte:

Tabela 1: Levantamento Carga do PT 139R

Carga	N	Pinst. (kw)	Fu	Fs	Pu. total	FP	S(KVA)
Residências	351	3.3	0.75	0.24270084	210.8403	0.8	263.5504
Estabelecimentos comerciais	26	11.2	0.75	0.35689291	77.94541	0.8	97.43176
Escola	2	5	0.75	0.85	6.375	0.8	7.96875
Igreja	5	2.2	0.75	0.55777088	4.60161	0.8	5.752012
Iluminação pública	394	0.1	1	0.24030342	9.467955	0.8	11.83494
TOTAL							386.5378

3.3.1 Apresentação de cálculos

3.3.1.1 Determinação das Potências

Para que a energia fornecida seja de qualidade, é necessário saber o que se pretende alimentar, e para tal, faz-se a determinação das potências eléctricas que permitem estabelecer a potência total a instalar, ou seja, a potência da fonte, e esta acção depende da característica da carga instalada no local em causa.

Para o cálculo da potência instalada considera-se os factores de correcção da potência nomeadamente:

- Factor de utilização (F_u) - Caracteriza o regime de um receptor, estabelecendo a relação entre a potência que se presume utilizada e a potência instalada.
- Factor de simultaneidade (F_s) - Caracteriza o regime de funcionamento de uma instalação.
- E a taxa de crescimento (T_c) - para zona rurais estima-se um crescimento anual de 20% para um período de 5 anos.

3.3.2 Apresentação dos cálculos para a potência instalada do PT 139R

Para o cálculo da potência do posto de transformação Instalado, considera-se a regra comum para o cálculo da carga habitacional.

A carga de um básico habitacional é calculada sob ponto de vista da potência instalada em todo tipo de casas.

O factor de utilização (F_u) de uma casa para a potência instalada, geralmente varia entre 0.4 á 0.7.

A carga de uma residência é dada pela seguinte expressão:

$$P_{res} = P_{inst} * F_u \quad (\text{Eq.2})$$

Numa zona habitacional a necessidade de carga não é a mesma, por isso há uma necessidade de se ter em conta o factor de simultaneidade (F_s).

A carga de várias residências será:

$$P_{res} = n * P_{inst} * F_u * F_s$$

$$P_{res} = 351 * 3,3 * 0,75 * 0,242 = 210,84kW$$

O F_s depende do número de casas alimentadas e é calculado da seguinte expressão:

$$F_s = 0,2 + 0,8/\sqrt{n}$$

$$F_s = 0,2 + 0,8/\sqrt{174} = 0,242$$

Apresenta-se a seguir o cálculo da potência para cada instalação:

Para Escola:

$$P_{esc} = n * P_{inst} * F_u * F_s$$

$$P_{esc} = 2 * 5 * 0,75 * 0,8 = 6,375Kw$$

Para Estabelecimentos comerciais:

$$P. estb = n * P_{inst} * F_u * F_s$$

$$P. estb = 26 * 11,2 * 0,75 * 0,35 = 77,94Kw$$

Para Igreja:

$$P. igr = n * P_{inst} * F_u * F_s$$

$$P. igr = 5 * 2,2 * 0,75 * 0,55 = 4,60Kw$$

Para iluminação pública:

$$P. ilu = n * P_{inst} * F_u * F_s$$

$$P. ilu = 394 * 0,1 * 1 * 0,240 = 9,46 w$$

Cálculo da potência activa total

Nesta etapa calcula-se a potência activa instalada.

$$P_{total} = P_{res} + P. ilu + P. esc + P_{ig} + P_{esb.c}$$

$$P_{total} = 210,84 + 9,46 + 6,37 + 77,94 + 4,6 = 309,23Kw$$

Cálculo da potência aparente

Para a determinar a potência aparente desta carga, deve-se ter em conta o factor de potência (F_p) $\cos\varphi = 0,8$

$$S_i = \frac{P_{total}}{\cos\varphi} \quad (Eq. 3)$$

$$S_i = \frac{309,23}{0,8} = 386,53kVA$$

4 DIMENSIONAMENTO DO NOVO PT

O dimensionamento é um passo muito importante para a execução de um projecto, Porque é através do qual se identifica as características dos componentes a usar.

Os aspectos importantes no dimensionamento dos postos de transformação são:

- A capacidade que é o valor da potência, e já foi definida;
- Dimensionamento da protecção do lado secundário (saída até ao barramento);
- Dimensionamento do cabo do lado secundário.



Figure 4: Mapa da zona (autor)

4.1 Apresentação do cálculo potência a instalar PT novo.

Usando o mesmo raciocínio do cálculo anterior, vai-se calcular a potencia do novo PT.

A carga de uma residência é dada pela seguinte expressão:

$$P_{res} = P_{inst} * F_u$$

Numa zona habitacional a necessidade de carga não é a mesma, por isso há uma necessidade de se ter em conta o factor de simultaneidade (Fs).

A carga de várias residências será:

$$P_{res} = n * P_{inst} * F_u * F_s$$

$$P_{res} = 174 * 3,3 * 0,75 * 0,260 = 112,24kW$$

O Fs depende do número de casas alimentadas e é calculado da seguinte expressão:

$$F_s = 0,2 + 0,8/\sqrt{n}$$

$$F_s = 0,2 + 0,8/\sqrt{174} = 0,260$$

Apresenta-se a seguir o cálculo da potência para cada instalação:

Para Escola:

$$P_{esc} = n * P_{inst} * F_u * F_s$$

$$P_{esc} = 1 * 5 * 0,75 * 0,85 = 3,187Kw$$

Para Estabelecimentos comerciais:

$$P_{estb} = n * P_{inst} * F_u * F_s$$

$$P_{estb} = 10 * 11,2 * 0,75 * 0,45 = 38,05Kw$$

Para Igreja:

$$P_{igr} = n * P_{inst} * F_u * F_s$$

$$P_{igr} = 2 * 2,2 * 0,75 * 0,765 = 2,52 Kw$$

Para iluminação pública:

$$P. \text{ilu} = n * P_{\text{inst}} * F_u * F_s$$

$$P. \text{ilu} = 205 * 0,1 * 1 * 0,255 = 5,24 \text{ kw}$$

Cálculo da potência activa total

Nesta etapa calcula-se a potência activa instalada.

$$P_{\text{total}} = P_{\text{res}} + P_{\text{esc}} + P_{\text{ilu}} + P_{\text{est.com}}$$

$$P_{\text{total}} = 112,24 + 38,05 + 3.18 + 2,52 + 5.24 = 161,25 \text{ Kw}$$

Cálculo da potência aparente

Para a determinar a potência aparente desta carga, deve-se ter em conta o factor de potência (F_p) $\cos\varphi = 0,8$

$$S_i = \frac{P_{\text{total}}}{\cos\varphi}$$

$$S_i = \frac{161,25}{0,8} = 201,56 \text{ kVA}$$

4.2 Factor de Evolução de Carga

O factor de evolução de carga é um coeficiente multiplicador que prevê o crescimento de carga durante um período de tempo estimados, e assim proporcionar uma reserva considerável de espera, de modo a não sobrecarregar o sistema dentro do período previsto.

Então, Para este zona pode se considerar a taxa de evolução em 20% num período estimado de 5 anos.

$$S_t = S_i * \gamma\%$$

$$S_t = 201,56 * 1,2$$

$$S_t = 241,87 \text{ kVA}$$

Tabela 2: Apresentação de dados do PT novo

Carga	N	Pinst. (kw)	Fu	Fs	Pu. total	FP	S(KVA)	S(KVA)t	EC%	S(KVA)f
Residencias	174	3.3	0.75	0.26064784	112.248	0.8	140.31	201.5727	1.2	241.8873
Estabelecimentos comerciais	10	11.2	0.75	0.45298221	38.05051	0.8	47.56313			
Escola	1	5	0.75	0.85	3.1875	0.8	3.984375			
Igreja	2	2.2	0.75	0.76568542	2.526762	0.8	3.158452			
Iluminação pública	205	0.1	1	0.25587442	5.245426	0.8	6.556782			
TOTAL							201.5727			

A tabela acima reflecte o dimensionamento de um novo transformador a ser instalado como forma de melhorar a rede sobrecarregada. Neste dimensionamento foi considerado uma parte da carga instalada no PT- 139R.

Como forma de compensar uma evolução de carga futura, foi considerado uma margem de evolução de carga de 20 %. Com isso a potência a ser total calculada é de 241,88 kVA, pelo que escolhe-se um transformador com potência nominal de 250 kVA.

4.3 Carga do PT 139R, após a instalação do novo PT

Com a instalação do novo PT, foi retirado de forma parcial as cargas do transformador de forma a eliminar a sobrecarga. Com isso a tabela abaixo ilustra a nova carga do transformador:

Tabela 3: Carga remanescente do PT139R

Carga	N	Pinst. (kw)	Fu	Fs	Pu. Total	FP	S(KVA)
Residências	177	3.3	0.75	0.260132	113.9572	0.8	142.4465
Estabelecimentos comerciais	16	11.2	0.75	0.4	53.76	0.8	67.2
Escola	1	5	0.75	0.85	3.1875	0.8	3.984375
Igreja	3	2.2	0.75	0.66188	3.276307	0.8	4.095384
Iluminação Publica	189	0.1	1	0.258191	4.879818	0.8	6.099773
TOTAL							223.826

Com a proposta da redução de carga do PT139R, pode-se constatar através da tabela acima que o mesmo poderá ter uma potência a alimentar de 223,8 kVA, o que corresponde que o mesmo funcionará a 89% da sua potência nominal que é de 250 kVA.

No estágio inicial o transformador estava sobrecarregado a cerca de 154%, isto é, com uma potência de 386,53 kVA.

A escolha desta opção vai ajudar de tal maneira que:

- As linhas de baixa tensão não serão longas,
- A energia eléctrica fornecida será de qualidade para todos os consumidores.

5 DIMENSIONAMENTO DOS DISPOSITIVOS

5.1 Escolha da secção dos condutores

A capacidade de condução de corrente é um critério importantíssimo, pois leva em consideração os efeitos térmicos provocados nos componentes do circuito pela passagem da corrente eléctrica em condições normais.

A Determinação da secção em função da intensidade de corrente a transmitir em regime permanente de acordo com a potência instalada, e crescida com o coeficiente da evolução de carga.

A intensidade da corrente a transmitir ou de serviço em regime nominal será dada pela seguinte expressão:

- Corrente de serviço de MT:

$$I_s = \frac{St}{\sqrt{3} \cdot U_n} \quad (\text{Eq.5})$$

$$I_s = \frac{250 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 33 \cdot 10^3}$$

$$I_s = 4,379 \text{ A}$$

- Secção do condutor:

$$\text{Secção do condutor} = \frac{I_s}{\delta C} = \frac{4,379}{80} = 54,6 \text{ A/mm}^2$$

Onde:

δC - Densidade de corrente em A/mm^2

Os principais tipos de condutores utilizados em linhas aéreas são condutores nus de cobre, ligas de alumínio e alumínio com alma de aço.

Para este projecto serão usados cabos condutores de alumínio com alma de aço designados por ACSR.

Os condutores mais em Moçambique usados são:

SQUIRREL-24.44mm²;

FERREL-49.48mm²;

MINK-73.57mm²

Tendo sido calculada a secção do condutor, pode-se constatar que o condutor a ser usado será é MINK com secção 73.57mm².

Para este projecto propõe-se o uso do Condutor MINK AAAC MULBERRY 120mm², por ser o mais usado pela EDM.

5.2 Resistência da linha

Para calcular a resistência recorre-se a seguinte expressão:

$$R = \frac{\rho}{A} \Omega/km$$

A Resistência calculada para uma temperatura de 20°C, pelo que é necessário corrigir essa resistência para a temperatura normal de funcionamento.

Será calculada pela seguinte expressão:

$$R/L = R_{20^\circ C} [1 + \alpha_{20^\circ C} (\theta_{local} - 20)] \Omega/km \quad (Eq.6)$$

Onde:

ρ - Resistividade do condutor;

A- Secção transversal do condutor;

$R_{20^\circ C}$ - Resistência do condutor a 20;

$\alpha_{20^\circ C}$ - Coeficiente de variação de temperatura

θ_{local} - Temperatura local;

L - Comprimento da linha.

5.3 A reactância da linha:

$$X = 2 * \pi * f * L \text{ (}\Omega/\text{km)} \quad (\text{Eq.7})$$

Onde:

f - Frequência da rede;

L - Indutância do condutor;

É necessário calcular antes a indutância do condutor.

5.4 Queda de tensão

O Cálculo da Queda de tensão expressa da seguinte forma:

$$\Delta U = U_{\text{inicial}} - U_{\text{final}} = \sqrt{3} * I_s * (R \cos\varphi + X \sin\varphi) \quad (\text{Eq.8})$$

Onde:

R - Resistência do condutor;

X - Reactância do condutor;

φ - Angulo do factor de potência.

5.5 Dimensionamento do Posto de transformação

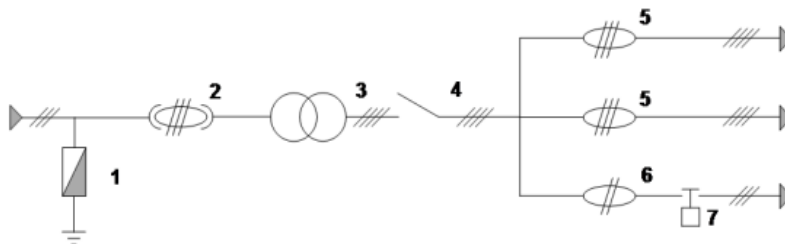


Figura 1:Esquema eléctrico de um transformador

Dos vários elementos que fazem parte da rede de distribuição, importa destacar os seguintes:

- ❖ Pára-raios;
- ❖ Seccionador-Fusível;

- ❖ Transformador de potência MT/BT;
- ❖ Disjuntor de baixa tensão;
- ❖ Fusíveis de baixa tensão;
- ❖ Fusíveis de iluminação pública;
- ❖ Contactador da iluminação pública.

5.5.1 Transformador de Potência:

O transformador a montar deverá ser para uso exterior, com as seguintes Características:

Potencia: $S = 250 \text{ kVA}$

Relação de transformação: 33/0.4 kV

Grupo de ligação: D yn11

Regulação de tensão em vazio: $U_n + 5\%$; U_n ; $U_n - 5\%$; $U_n - 10\%$.

5.5.2 Aparelhos de Seccionamento

Os aparelhos de seccionamento são aqueles que garantem a separação física entre as partes activas da linha e o nosso transformador (interruptor/seccionador, interruptor, disjuntor).

5.5.3 Seccionadores

São aparelhos destinados a interromper ou a estabelecer a continuidade de um condutor ou a isolá-lo de outros condutores e que, por não terem poder de corte garantido, não devem ser manobrados em carga. Só depois da corrente ter sido desligada por um interruptor, os seccionadores devem ser manobrados.

5.5.4 Função dos seccionadores

Os seccionadores são concebidos especialmente para isolar por completo uma instalação, uma rede, uma máquina, um aparelho, um conjunto de máquinas e/ou aparelhos, parte de uma linha de modo a ser possível tocá-las em segurança para fins de manutenção ou reparação

5.5.5 Protecção por pára-raios

Os pára-raios possuem uma acção destruidora dos raios, este facto deve-se as suas elevadas correntes e tensão, causando acção explosiva e efeitos dinâmicos. Estes efeitos danosos podem ser determinados ou pela queda directa do raio sobre a estrutura, ou por indução.

O objectivo principal de protecção contra pára-raios é o estabelecimento de meios para a descarga se dirigir, pelo menor percurso possível, para a terra, sem passar junto às partes não condutoras como madeira e alvenaria.

Para este trabalho será usado:

Pára-raios ASEA Tipo XBE

Tensão nominal: $U_n=33\text{kV}$

Capacidade de corte: $I = 10\text{kA}$

O Neutro liga directamente à terra.

5.5.6 Drop- Outs:

Neste trabalho serão utilizados drop-outs de marca AB-CHANCE.

Os drop-outs (LINKS) serão escolhidos em função do nível de tensão da instalação e da capacidade do transformador que se destina a proteger.

Tendo em conta que a corrente de serviço de MT será:

$U_n = 33\text{kV}$

$S_n = 250\text{kVA}$

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_n} ;$$

$$I_n = \frac{250 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 33 \cdot 10^3} = 4.37\text{A}$$

Onde:

I_n – a corrente nominal

S_n - é a potência do transformador

U_n - é a tensão nominal do transformador

O Seccionador –Fusível ou DRO-OUT será de **AB-CHANCE**

Tensão nominal: $U_n = 33\text{kV}$

LINK: $IL_k = 6 \text{ A}$.

Onde

IL_k - é a corrente do LINK a usar.

Tabela 4: Calibre de fusíveis (manual da EDM)

Potência do Transformador (KVA)	Tensões (KV)							
	6,6		11		22		33	
	I_n	ILK	I_n	ILK	I_n	ILK	I_n	ILK
30	2,6	3	1,6	2	0,8	1	0,5	1
50	4,4	6	2,6	3	1,3	2	0,9	1
100	8,7	10	5,2	6	2,6	3	1,8	2
160	14	15	8,4	10	4,2	6	2,8	3
200	15,5	20	10,5	12	5,3	6	3,5	6
250	21,9	25	13,1	15	6,6	8	4,4	6
315	28	30	16,5	20	8,3	10	5,5	6

5.6 Dimensionamento da rede de BT

A rede da baixa tensão, destina-se à fornecimento de energia eléctrica ao consumidor final, tendo como ponto de partida o transformador, através das saídas existentes no mesmo, onde são disponibilizadas nos armários dos transformadores.

Para o bom funcionamento do sistema, é necessário que os componentes do mesmo sejam bem seleccionados, de acordo com as normas vigentes de modo a garantir a qualidade.

5.7 Esquema topográfico da proposta da nova rede de distribuição em BT

A figura abaixo, ilustra a proposta do melhoramento da rede eléctrica com os pontos PS (ponto de seccionamento da media tensão), PT existente (PT139R, que encontra-se sobrecarregado), P.A (ponto de abertura da rede em baixa tensão), PT. Novo (novo posto de transformação).

Nesta proposta, escolheu-se um ponto P.A em que vai se executar a abertura em baixa tensão de forma a dividir a carga. De forma análoga, a rede de média tensão é seccionada no ponto PS de permite a ligação ao novo PT.

Pode-se notar pela figura que teremos a zona de Ka teresa alimentada com dois PTs o que culmina no melhoramento das tensões na zona.



Figura 2: Rede de distribuição de energia eléctrica melhorada

5.8 Determinação das correntes de serviço em BT

A corrente nominal (I_n) determina-se a partir da expressão seguinte:

$$U_n = 400$$

$$S_n = 250 \text{ kVA}$$

$$I_{sn} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} ; \quad (\text{Eq.9})$$

$$I_{sn} = \frac{250 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot 10^3} = 360,84 \text{ A}$$

Tendo em conta que a corrente do lado de baixa tensão será 360.84A

Cabo VAV: $3 \times 185 \text{ mm}^2 + 95 \text{ mm}^2$ Corrente admissível: 385A.

5.9 Determinação das protecções de equipamentos da baixa tensão

5.9.1 Protecções contra Sobrecorrentes

5.9.1.1 Disjuntor de Baixa Tensão

O disjuntor de baixa tensão destina-se a proteger a instalação à sua jusante dos efeitos nocivos dos curto-circuitos e sobrecargas.

Para escolher o disjuntor adequado para um determinado Posto de Transformação, deve ter-se em conta a corrente nominal do disjuntor, assim como o valor da corrente nominal do relé a instalar nesse disjuntor. Com este objectivo devem confrontar-se estes valores com o valor nominal da corrente secundária do transformador de potência.

Como foi calculado a valor da corrente secundaria do transformador ($I_{sn} = 360,84 \text{ A}$), será usado um disjuntor com as seguintes características:

Disjuntor SACE do Tipo A3

Tensão nominal: $U_n=660V$

Corrente nominal: $I_{th}=320$ a $630A$

Poder de corte: $I_r=15$ a $50kA$

Relé de protecção termomagnético TMF Tipo A3: $I_n=400A$

5.9.1.2 Protecção das Saídas ou canalizações

Nesta fase será apresentado o dimensionamento das canalizações subterrâneas que irão partir do quadro geral até ao primeiro poste feito de madeira, onde começa a rede aérea em cabo torçado de acordo com as características da rede.

A protecção das saídas far-se-á mediante o número de saídas do PT, sendo que:

$$I_{saídas} = \frac{I_n}{n}$$

$$I_{saídas} = \frac{360.84A}{3} = 120.28 A$$

Onde:

I_n – é a corrente nominal

n - é o numero de saídas

Para as saídas deverão ser usados cabos VAV até o primeiro poste da rede de baixa.

Cabo VAV: $3 \times 95mm^2 + 50mm^2$ - Saídas gerais

Fusível APC, Tipo NH: $I_n = 160 A$ - Saídas gerais

Cabo VAV: $2 \times 10mm^2$ - Saídas de iluminação pública

Fusível APC, Tipo NH: $I_n = 63 A$ - Saídas de iluminação pública.

5.9.1.3 Quadro geral de baixa tensão

O quadro geral de baixa tensão estará alojado dentro de caixa metálica galvanizada pintada, com uma porta na sua parte frontal, equipado com seus respectivos elementos.

Na parte exterior das portas do quadro de baixa tensão deve afixar-se uma placa com a inscrição de PERIGO DE MORTE.

5.9.1.4 Comando da Iluminação Pública

O comando da iluminação pública será feito por célula fotoelétrica ou por interruptor horário. Estes dispositivos destinam-se a comandar por sua vez um contactor que ligará e desligará a referida instalação.

O contactor será para uma tensão nominal de 220v ou 380 V e uma intensidade nominal de acima de 32 Ampéres.

6 CARACTERÍSTICAS DE MONTAGEM

6.1 Apoios

Serão usados apoios de eucalipto com as seguintes dimensões:

- Altura: 12.25m;
- Diâmetro do topo: 0.15m;
- Diâmetro da base: 23.35m;

Durante a colocação, deverão ter profundidade de encastramento igual a 1.80m

6.2 Esforços mecânicos

A instalação de uma rede aérea tensa em apoios e condicionada por vários factores nomeadamente:

- Pesos de condutores;
- Distância entre apoios;
- Acção do vento.

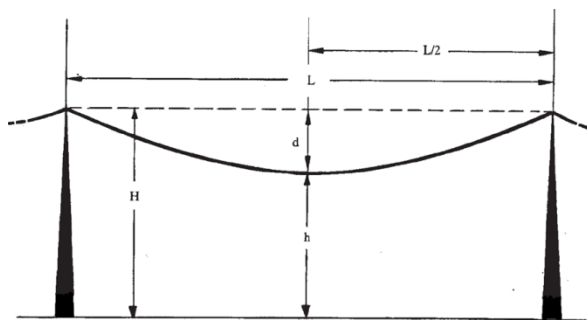


Figura 3: Montagem do cabo entre apoios

h- altura mínima ao solo, m

H- altura dos apoios, m

d- flexa a meio vão, m

L- vão, m

6.3 Vão crítico:

Vão crítico é o vão para o qual os condutores ficam sujeitos à tracção máxima.

É calculado a partir da seguinte expressão:

$$Lcr = Tmax * \sqrt{\frac{24 * \alpha (\theta v - \theta i)}{P_v^2 - P_i^2}} \quad (\text{Eq.10})$$

Onde:

Tmax – Tensão máxima admissível

α – coeficiente de dilatacao termica

$\theta v - \theta i$ – diferença de temperatura entre o verão e o inverno

$P_v^2 - P_i^2$ – diferença do quadrado do peso aparente do condutor no verão e no inverno

6.3.1 Carga aplicada nos apoios

A carga aplicada nos apoios e calculada tendo em conta a influência do vento:

- **Força devido ao vento máximo sobre o isolador:**

$$Fc = \alpha * c * q * \phi * Lcr \quad (\text{Eq.11})$$

Força devido ao vento mínimo sobre o isolador:

$$Fa = \alpha * c * q * \frac{\pi d^2}{4}$$

E por ultimo, a forca útil aplicada a 0,40m do topo do poste:

$$Fu = \frac{Fc(3 * Hu - h1 - h2 - h3) + Fa(3 * Hu - h1 - h2 - h3)}{Hu - 0,4}$$

Onde:

α - Coeficiente de redução do vento máximo;

d- Diâmetro do isolador HT1018;

c- Coeficiente de forma do vento máximo;

H_u -Altura útil do apoio;

q- Pressão dinâmica do vento;

ϕ -Diâmetro do condutor;

h- Distância entre o condutor e o topo do apoio;

S- Área da superfície do isolador batido pelo vento.

6.4 Flexa Máxima

Considerando um trecho do cabo $0c$ que tem um peso próprio P_L aplicado no ponto médio. O trecho estará submetido as tensões T_0 e T_c .

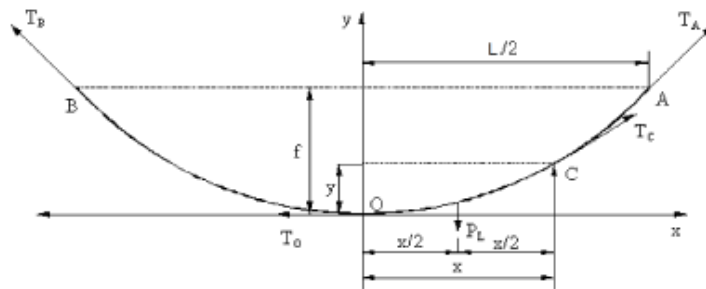


Figura 4. Representações da flexa dum vão

6.5 Isoladores de 33kv

Os isoladores deverão ser seguintes:

Isoladores Rígidos

STV-35 para 22/33 KV - Eixo Horizontal;

ALH-35 para 22/33 KV - Eixo Horizontal.

Isoladores de Cadeia

HT-1110

6.6 Distâncias regulamentares

- A distância dos condutores ao solo não deve ser inferior a 6.2 metros;
- A distância dos condutores as arvorems não deve ser inferior a 2.5 metros;
- A distância dos condutores aos edifícios não deve ser inferior a 4 metros;
- A distância dos condutores aos obstáculos diversos não deve ser inferior a 3 metros;
- A distância entre condutores não deve ser inferior a 0.6 metros;
- A distância entre condutores e os apoios não deve ser inferior a 0.3 metros
- Para as linhas de média tensão, o vão devera ser aproximadamente igual a Para as linha de baixa tensão, o vão devera ser aproximadamente igual a 40 metros.

6.7 Espiamento

O espiamento deve ser feito por torçadas de 3 fios de arame galvanizado, ou cabo de aço adequado.

O angulo que a espia faz com a vertical não pode ser inferior a 30°, assim s e n d o ponto de fixação deve situar-se a 10.2 metros de altura do apoio, enquanto na horizontal deve estar a 7 metros do apoio.

6.8 Aterramento

6.8.1 Terra de Serviço

A terra de serviço será ligada o neutro do secundário do transformador. Esta ligação será feita a partir do quadro geral de baixa tensão através de um ligador amovível.

6.8.2 Terra de Protecção

A terra de protecção ligar-se-á as massas da aparelhagem de alta tensão, assim como todas as partes metálicas de suporte fixação da aparelhagem, incluindo a cuba do transformador e o involucro metálico do quadro de baixa tensão.

Não havendo possibilidade de se executar uma terra própria para os pára-raios, estes também serão ligados a terra de protecção. A ligação dos pára-raios deve fazer-se directamente ao condutor principal de terra, e não por intermédio de qualquer outra massa metálica.

6.8.3 Condutores de Terra

Utilizar-se-á cabo de cobre nú de 16 mm² de secção até ao ligador amovível, situado na base do pórtico, e cabo de 35 mm² de secção deste até ao eléctrodo de terra, no interior do solo.

No último metro antes de penetrarem no solo e 0,5 metros dentro deste, os condutores de terra devem ser protegidos mecanicamente por uma cantoneira ou por um tubo adequado, com um comprimento de 1,5 metros.

6.8.4 Eléctrodos de Terra

Quer o eléctrodo da terra de protecção quer o da terra de serviço, serão constituídos por varões próprios para este fim, podendo na sua falta serem substituídos por tubos de ferro galvanizado de 2", interligados entre si por cabo de cobre de 35 mm² de secção.

Os eléctrodos deverão ser enterrados no solo a uma profundidade mínima de 0.8 metros. Os elementos que constituem o mesmo eléctrodo deverão distanciar-se uns dos outros 2 a 3 metros.

O número de elementos por eléctrodo depende da resistência do solo. O objectivo a atingir é que a resistência de terra seja inferior a 20 ohms.

Os eléctrodos da terra de serviço e da terra de protecção deverão distar entre si na horizontal de pelo menos 20 metros para que possam ser considerados terras distintas

7 ESTIMATIVA DE CUSTOS

ESTIMATIVA DE CUSTO					
I. REDE DE MEDIA TENSAO					
ORD	Designação de Materiais	Unid	QTD	Custo unit. (MTs)	Custo Total (MTs)
1	Transformador de 250kVA-33/0.4kVA	Un	1	720,000.00	720,000.00
2	Poste de eucalipto creesusotado	Un	12	13,000.00	156,000.00
3	Travessa CROSSARMS tipo U	Un	2	12,000.00	24,000.00
4	Travessa perfil L	Un	15	11,000.00	165,000.00
5	AAAC MULBERRY 120 mm	M	2,100	123.00	258,300.00
6	Isoladores de Cadeia/Long rod silicone 33kv	Un	21	3,272.54	68,723.34
7	Espia completa de MT	Un	8	6,800.00	54,400.00
8	Isoladores passage	Un	21	2,772.54	58,223.34
9	Parafusos e Porcas M18x400mm	Un	24	60.00	1,440.00
10	Varao Roscado M20 1metros	Un	8	1,050.00	8,400.00
11	Porcas M20x120mm	Un	12	40.00	480.00
12	Manilhas 70KN	Un	21	400.00	8,400.00
13	Terminais de CU 35mm2	Un	4	140.00	560.00
14	Ligadores Paralelos de AL	Un	6	365.00	2,190.00
15	Para-Raios 33kv	Un	3	6,150.00	18,450.00
16	Terminais Bimetalicos Al/Cu de 120mm	Un	3	800.00	2,400.00
17	Dropout Fuse Cut-Outs 33Kv	Un	3	7,000.00	21,000.00
18	Maciço para Transformador	Un	1	40,000.00	40,000.00
19	Vedação do PT	Un	1	50,000.00	50,000.00
20	Pernos para isoladores de passagem	Un	21	200.00	4,200.00
SUBTOTAL – I					1,662,166.68
SUBTOTAL – II					0.00

III. REDE DE BAIXA TENSAO					
	Designação de Materiais	Un	QTD	Custo unit. (MTs)	Custo Total (MTs)
21	Poste de madeira de 9m x 0,14/0,16	Un	120	6,750.00	810,000.00
22	Cabo ABC Torçada 3x50+55+25mm2	M	3000	448.00	1,344,000.00
23	Terminais Bimetalicos de 50mm	Un	20	350.00	7,000.00
24	Espia de BT complete	Un	23	4,500.00	103,500.00
25	Porcas Olhais	Un	30	375.00	11,250.00
26	Espigões de BT	Un	120	400.00	48,000.00
27	Pinça de Amarração 50	Un	60	550.00	33,000.00
28	Pinça de Suspensão	Un	80	500.00	40,000.00
29	Fotocelula IoT Khomp 32A	Un	1	6,000.00	6,000.00
30	Cabo VAV 4X70mm2	M	15	4,200.00	63,000.00
30	Cabo VAV 4X95mm2	M	12	6,340.00	76,080.00
31	Terminais de Cu 95mm	Un	8	210.00	1,680.00
32	Electrodos de Terra de 1.5m	Un	12	650.00	7,800.00
33	Grampos de Terra	Un	12	150.00	1,800.00
34	Condutor de cobre nú de 35mm2	M	60	650.00	39,000.00
35	Armario Completo de BT	Un	1	310,000.00	310,000.00
36	Fivelas para Cintar (Caixa 100 unid)	Un	1	2,500.00	2,500.00
37	Fita de Aço (Bandit Strapping) rolo se 30m	M	1	2,100.00	2,100.00
38	Prego de Aço tipo U (Caixa 100 unid)	Un	1	600.00	600.00
39	Tubo PVC 110mm	Un	2	2,000.00	4,000.00
40	Ligador Amovivel NH00 Base 160-400ª	Un	1	1,582.00	1,582.00
41	Ligadores PC3	Un	65	200.00	13,000.00
SUBTOTAL – III					2,925,892.00
SUBTOTAL A - CUSTO TOTAL DE MATERIAIS (I+II+III)					4,588,058.68
B - MAO DE OBRA					
	Descrição	Horas	Tecn.	Valor	Valor Total (MTs)
	Mao de Obra	120	10	404.00	484,800.00
SUBTOTAL – B					484,800.00
C - TRANSPORTE					
	Descrição	Horas		Valor	Valor Total (MTs)
	Transporte 5%	120	1	229.00	27,480.00
	Aluguer de camioes, maquinas, etc (colocar valores reais dos servicos)	8	1	4,500.00	36,000.00
SUBTOTAL – C					63,480.00
RESUMO					
Soma (A + B + C)					5,136,338.68
IVA 17%					873,177.58
TOTAL GERAL					6,009,516.26

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

8.1 Conclusão

A Zona de Ka Teresa apresenta enormes falhas na qualidade de energia eléctrica. Estas falhas são devido a vários factores, de entre eles os baixos níveis de tensão, sobrecarga, e estruturas precárias.

Após a realização do presente trabalho de elaboração da proposta de modificação de rede de distribuição com vista a melhorar a qualidade no fornecimento de energia eléctrica na Zona de Ka Teresa, foi proposto a instalação de um novo PT como forma de aliviar o então existente, e o melhoramento de estruturas precárias. Sendo assim, pode se concluir que esta proposta vai mitigar a baixa qualidade no fornecimento de energia eléctrica, pois os PT's estarão a funcionar sem nenhuma sobrecarga.

8.2 Recomendações

- Qualquer projecto deve ser elaborado tendo como suporte: cálculos científicos e justificativos;
- Recomenda-se ainda à entidade a manutenção rede de distribuição, e deve manter as instalações eléctricas em bom estado de conservação, de modo a não causarem perturbações ao bom funcionamento da rede de distribuição;
- Efectuar periodicamente a medição das tensões secundárias nos PTs e, se necessário, adequar a respectiva tomada (operação a ser executada sem tensão e, por pessoal habilitado).

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Kinderman, G. (2005) Protecção de Sistemas Eléctricos de Potência;
- Solidal, Q. & Q. (2007). *Guia Técnico*. Solidal - Condutores Eléctricos, S.A., Quintas & Quintas - Condutores Eléctricos, S.A, 10ª Ed., p. 12, p.92, pp. 214-255.
- Teixeira, C. (2006). *SEE I*. Apontamentos da disciplina de Sistemas Eléctricos de Energia I, Licenciatura em Engenharia Electrotécnica, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Coimbra.
- Eletricidade de Moçambique. (2006) - Direcção de Redes de Transporte; Maputo;
- Fischer, Frank. Universidade Eduardo Mondlane- Bases de cálculo para linhas aéreas. Maputo, janeiro,1985.
- Ribeiro da Silva, 2010 – H. Ribeiro da Silva, Projecto de Postos de Transformação” O Electricista, vários nºs.
- RSRDEEBT – “Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em Baixa Tensão”, Decreto regulamentar nº9/84II
- Santos e Ferreira, 2004 – J. N. Santos e J. R. Ferreira, “Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em Baixa Tensão”, FEUP 2004

ANEXOS

ANEXO 1

Tabela 1-1: características técnicas dos cabos de liga de alumínio

Quadro 79 - Características Técnicas dos Cabos de Liga de Alumínio usados em Portugal - AL4

Designação		Area (mm ²)	Nº de fios	Diametro (mm)		Massa por unidade de comprimento (kg/km)	Carga de Ruptura Nominal (kN)	Resistência Eléctrica máxima a 20° C (Ω/km)	Modulo de Elasticidade Final N/mm ²	Coeficiente linear de expansão 1/K	Capacidade Nominal ⁽¹⁾ A	Peso de massa Protectora de acordo com EN 50182 (kg/km) ⁽²⁾			
Nova	Antiga			fios	Cond.							Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
34-AL4	ASTER 34,4	34,4	7	2,50	7,50	93,8	11,17	0,9593	62.000	23,0E-6	165			6,8	1,1
55-AL4	ASTER 54,6	54,6	7	3,15	9,45	148,9	17,73	0,6042	62.000	23,0E-6	225			10,8	1,7
76-AL4	ASTER 75,5	75,5	19	2,25	11,25	207,4	24,55	0,4388	60.000	23,0E-6	275		5,5	16,6	9,1
117-AL4	ASTER 117	117,0	19	2,80	14,00	321,2	38,02	0,2833	60.000	23,0E-6	365		8,5	25,7	14,0
148-AL4	ASTER 148	148,1	19	3,15	15,8	406,5	48,12	0,2239	60.000	23,0E-6	425		10,8	32,5	17,8
570-AL4	ASTER 570	570,2	61	3,45	31,1	1576,0	185,33	0,0585	54.000	23,0E-6	1020		78,1	130,1	99,4
851-AL4	ASTER 851	850,7	91	3,45	38,0	2360,7	276,47	0,0394	52.500	23,0E-6	1320		130,1	195,2	157,9
1144-AL4	ASTER 1144	1143,5	91	4,00	44,0	3173,4	360,22	0,0293	52.500	23,0E-6	1600		174,9	262,4	212,3

(Fonte: Guião técnico)

ANEXO 2

Tabela 2-2: Características eléctricas de cabo: VV VAV

Secção Nominal mm ²	1 Condutor (1)			2 Condutores (5)			3 e 4 Condutores (6)		
	Instalação Subterrânea	Instalação Ao Ar	Queda de Tensão	Instalação Subterrânea	Instalação Ao Ar	Queda de Tensão	Instalação Subterrânea	Instalação Ao Ar	Queda de Tensão
	(2)	(3)	$\Delta U=V/A \text{ Km}$	(2)	(3)	$\Delta U=V/A \text{ Km}$	(2)	(3)	$\Delta U=V/A \text{ Km}$
	Intensidade	Intensidade	$\text{Cos}\varphi=0,8$	Intensidade	Intensidade	$\text{Cos}\varphi=0,8$	Intensidade	Intensidade	$\text{Cos}\varphi=0,8$
	A	A	(4)	A	A		A	A	
1					14,5	34,800		13	30,100
1,5	34	23	20,200	30	19	23,300	25	17	20,200
2,5	45	31	12,400	40	26	14,300	35	24	12,400
4	60	42	7,770	50	35	8,940	45	31	7,740
6	75	52	5,220	65	44	6,000	60	42	5,190
10	105	74	3,140	90	61	3,600	80	57	3,120
16	135	96	2,020	120	83	2,300	110	79	1,990
25	180	127	1,310	155	110	1,480	135	96	1,280
35	225	158	0,963	185	132	1,080	165	114	0,946
50	260	184	0,734	220	158	0,822	190	132	0,718
70	345	242	0,533	280	198	0,589	245	171	0,520
95	410	290	0,406	335	237	0,443	295	206	0,393
120	485	343	0,340	380	268	0,368	340	237	0,326
150	550	387	0,299	435	308	0,313	390	272	0,279
185	630	444	0,250	490	343	0,265	445	312	0,238
240	740	523	0,210	570	400	0,218	515	360	0,198
300	855	602	0,183	640	448	0,188	590	413	0,172
400	1015	721	0,160	760	536	0,164	700	492	0,150
500	1170	822	0,140						

(1) - As intensidades de corrente são indicadas para um cabo monopolar sem influências térmicas exteriores. No caso de associações de cabos monopolares (ternos juntivos por exemplo) multiplicar os valores indicados por 0,80.

(2) - Temperatura do solo de 20°C.

(3) - Temperatura do ambiente de 30°C.

(4) - As quedas de tensão são indicadas para uma canalização trifásica.

(5) - As intensidades e quedas de tensão são indicadas para uma canalização monofásica.

(6) - As intensidades e quedas de tensão são indicadas para uma canalização trifásica.

(Fonte: Guião técnico- Solidal)

ANEXO 3

Tabela 3-3: Secções dos cabos de baixa tensão do tipo NYBY.

Potência transformador (KVA)	Corrente secundária (A)	Secção (mm ²)	Corrente admissível (A)
30	43,3	4x16	80
50	72,2	3x25+16	106
100	144,3	3x50+35	159
160	230,1	3x93+50	244
200	288,7	3x150+75	324
250	360,8	3x185+95	371
315	454,7	2(3x95+50)	2x244

(Fonte: Manual EDM)

ANEXO 4

Tabela 4-4: Características de cabos torçados

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ELÉTRICAS						
Código Alcobre	Nº. Cond. x Seção Nominal	Diâmetro exterior aprox.	Peso aprox.	Raio mínimo de curvatura	Intensidade máx. ao Ar 40 °C	Queda de Tensão Cos φ= 0,8
	nc x mm²	mm	kg/km	mm	A	V/A.km
14101001	*2x16	15,0	136	70	85	3,489
14101501	3x16	16,0	204	70	75	3,489
14102001	*4x16	18,0	272	70	75	3,489
14102501	5x16	21,0	325	84	75	3,489
14113501	4x25	18,5	407	85	97	2,226
14114001	*4x25+16	19,0	475	85	100	2,226
14114501	4x25+2x16	21,0	527	88	100	2,226
14123501	4x35	24,7	549	95	120	1,632
14124001	4x35+16	26,0	612	100	120	1,632
14124501	4x35+2x16	28,0	677	135	120	1,632
14133501	4x50	29,5	714	130	150	1,229
14134001	*4x50+16	30,5	782	135	150	1,229
14134501	4x50+2x16	32,0	782	135	150	1,229
14143001	4x70	31,0	892	150	190	0,860
14144001	* 4x70+16	33,0	1.090	160	190	0,860
14145501	4x70+2x16	35,0	1.090	160	190	0,860
14150001	*4x95+16	39,0	1.404	170	230	0,652

(Fonte: ALCOBRE)

ANEXO 5

Tabela 5-5: Calibre de links para DROP-OUTS

CALIBRE DE LINKS PARA DROP-OUTS

Potência do Transformador (KVA)	Tensões (KV)							
	6,6		11		22		33	
	In	ILK	In	ILK	In	ILK	In	ILK
30	2,6	3	1,6	2	0,8	1	0,5	1
50	4,4	6	2,6	3	1,3	2	0,9	1
100	8,7	10	5,2	6	2,6	3	1,8	2
160	14	15	8,4	10	4,2	6	2,8	3
200	15,5	20	10,5	12	5,3	6	3,5	6
250	21,9	25	13,1	15	6,6	8	4,4	6
315	28	30	16,5	20	8,3	10	5,5	6

(Fonte: Manual de postos de transformação EDM)

ANEXO 6

Tabela 6-6: Calibre de fusíveis em função da secção do cabo .

Secção cabo NYBY mm ²	Corrente admissível (A)	Calibre fusível (A)	Corrente não fusão (A)	Correspondê- ncia com linhas aéreas
4x16	43	25	45	-
4x10	60	35	59	-
4x16	80	50	77	GNAT
3x25+16	106	63	100	LADY BIRD
3x25+25	131	80	130	FLY
3x50+35	159	100	170	GRASS
				HOPER
3x70+50	202	125	200	WASP
3x90+50	244	160	260	-
3x120+75	282	200	320	-

(Fonte: Manual da EDM)

ANEXO 7



Figura 7-7: Pórtico seccionador

(Fonte: Autor)

ANEXO 8



Figura 8-8: Posto de transformação N°139R

ANEXO 9



Figura 9-9: Postes de apoio

(Fonte: Autor)

ANEXO 10

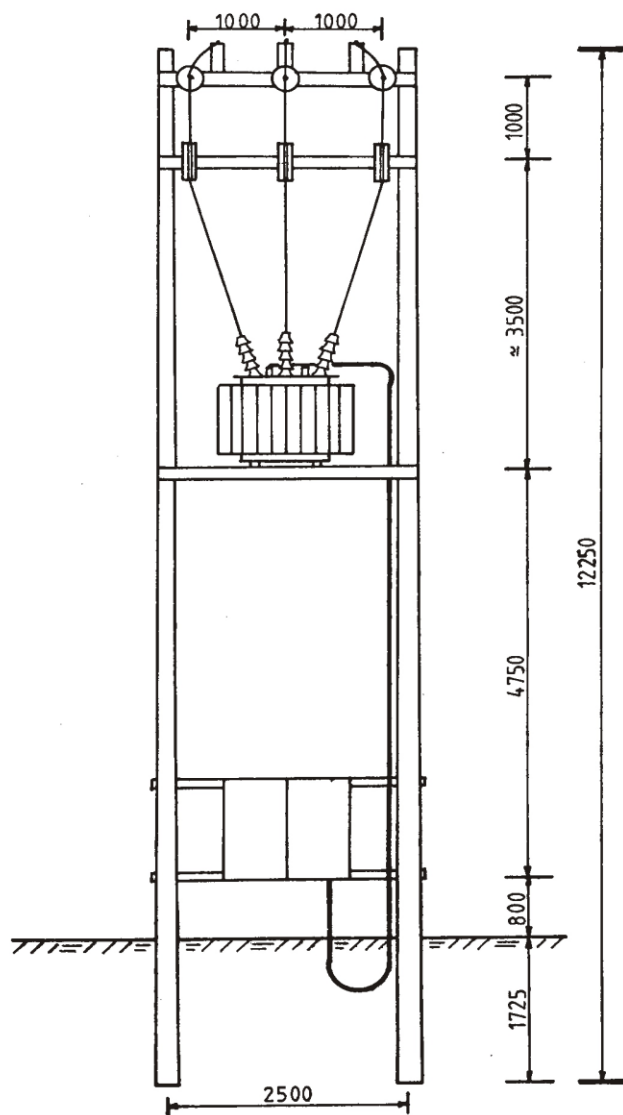


Figura 10-10: P.T pórtico de madeira M2

(Fonte: manual da EDM)

ANEXO 11

ACTAS DE ENCONTROS

ANEXO 12

RELATÓRIO DE PROGRESSO

ANEXO 13

GUIAS DE AVALIAÇÃO



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

F1 - GUIA DE AVALIAÇÃO DO RELATÓRIO ESCRITO

Nome do estudante: Chachuaio, Orpa Zacarias

Referência do tema: 2022ELEPPL01 Data: 07/03/22

Titulo do tema: Proposta da modificação da rede de distribuição com vista a melhorar a qualidade no fornecimento de energia eléctrica em baixa tensão no Bairro de Chamissava Zona de Ka Teresa Distrito Municipal de Catembe.

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 ELECTROTECNICA

F2 – GUIA DE AVALIAÇÃO DA APRESENTAÇÃO ORAL E DEFESA

Nome do estudante: Chachuaio, Orpa Zacarias

Referência do tema: 2022ELEPPL01 Data: 07 /03 /22

Titulo do tema: Proposta da modificação da rede de distribuição com vista a melhorar a qualidade no fornecimento de energia eléctrica em baixa tensão no Bairro de Chamissava Zona de Ka Teresa Distrito Municipal de Catembe.

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 audio-visuais	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 ELECTROTECNICA

F3 - FICHA DE AVALIAÇÃO GLOBAL

Nome do estudante: Chachuaio, Orpa Zacarias

Referência do tema: 2022ELEPPL01 Data: 07/03 / 22

Titulo do tema: Proposta da modificação da rede de distribuição com vista a melhorar a qualidade no fornecimento de energia eléctrica em baixa tensão no Bairro de Chamissava Zona de Ka Teresa Distrito Municipal de Catembe.

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

CLASSIFICAÇÃO FINAL $=(N1 \cdot A + N2 \cdot B) / 100$

OS MEMBROS DO JURI:

O Presidente	
O Oponente	
Os Supervisores	