



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

CURSO DE ENGENHARIA ELÉCTRICA

Título:

**MELHORAMENTO DO POSTO DE TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA ELÉCTRICA
DO BAIRRO TEDECO**

AUTOR:

Nhantumbo, Zefanias Paulo

SUPERVISOR:

Eng. Dinis Chissano

Maputo, Julho de 2022



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

CURSO DE ENGENHARIA ELÉCTRICA

Título:

**MELHORAMENTO DO POSTO DE TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA ELÉCTRICA
DO BAIRRO TEDECO**

AUTOR:

Nhantumbo, Zefanias Paulo

SUPERVISOR:

Eng. Dinis Chissano

Maputo, Julho de 2022

DIRECÇÃO REGIONAL DA PROVINCIA DE MAPUTO

ÁREA DE SERVIÇO AO CLIENTE DE BOANE

À
FACULDADE DE ENGENHARIA

Nossa Referência:	Vossa Referência:	Data:	Contacto:
0/ASC DE BOANE/2022		25/03/2022	Telefone: 840409239

Assunto: Pedido de Estágio

Exmo. Senhor

Acusamos a recepção da vossa carta datada no dia 22 de Março 2022, referente ao pedido de estágio, e sobre o qual temos a informar que dispomos de vaga para acolher o estudante Zefanias Paulo Nhantumbo na especialidade do curso de **Engenharia Eléctrica**.

Deste modo, deverá reunir os seguintes equipamentos de segurança:

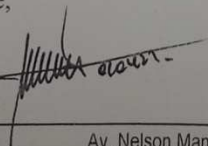
- 1-Fato azul;
- 2-Par de botas;
- 3-Par de luvas de cabedal;
- 4-Capacete e
- 5-Óculos de protecção

Após o término do estágio, deverá submeter o relatório a secretaria da ASC de Boane.

Informamos ainda da obrigatoriedade do estudante possuir seguro contra acidentes de trabalho e também não garantimos o transporte dos mesmos.

Atenciosamente,

Director
Crimildo Elias



Av. Nelson Mandela N.º 319 • Cidade da Matola • Moçambique
Tel. (+258) 21 720689/90 • Fax. (+258) 21 720142/44 • www.edm.co.mz

Iluminando a Transformação de Moçambique



DIRECÇÃO REGIONAL DA PROVÍNCIA DE MAPUTO

ÁREA DE SERVIÇO AO CLIENTE DE BOANE

À
UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
Maputo

Nossa Referência: 690/JASC.BOANE/12022
No. De Páginas:

Vossa Referência:

Data:
26/07/2022

Contacto:
Milagrosa Ndimba
Tel. (+258) 840409239

Assunto: Certificado do Estágio

Certifica-se que o Senhor **Zefanias Paulo Nhantumbo** estudante do curso de **Engenharia Eléctrica**, nascido aos 23 de Abril de 1996, concluiu nesta entidade um estágio profissional em **Manutenção de Redes Eléctricas** cumprindo uma carga horária total de 520 horas (90) dias, que decorreu de 28 de Março de 2022 à 28 de Junho de 2022.

Descrição sucinta das actividades desenvolvidas no decurso do Estágio:

- Melhoria de rede eléctrica de Baixa e Média Tensão;
- Montagem de Posto de Transformação;
- Execução de terras de serviço e Protecção em PTs;
- Manutenção de rede de Iluminação Pública.

Informamos ainda que o estagiário cumpriu o estágio de forma assídua, desempenhando de forma condizente as tarefas que lhe foram designadas, tendo **Bom aproveitamento**.

E por ser verdade, passo o presente Certificado que assino e autentico com o carimbo a óleo em uso nesta Empresa.

Atenciosamente

Crimildo Elias
DIRECTOR
ELECTRICIDADE DE MOÇAMBIQUE, E.P.
DIRECÇÃO REGIONAL DA PROVÍNCIA DE MAPUTO

Av. Namaacha N°01.Vila Municipal de Boane • Moçambique
Delegação Tel. (+258) 21 720689/90 • Fax. (+258) 21 720142/44 • www.edm.co.mz

Iluminando a Transformação de Moçambique



UNIVERSIDADE
EDUARDO
MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
Curso de Engenharia Eléctrica

TERMO DE ATRIBUIÇÃO DE TEMA DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

REFERÊNCIA DO TEMA	2022ELEPPL11	Data	07/03/2022
--------------------	--------------	------	------------

1. TÍTULO DO TEMA

Melhoramento do Posto de Transformação de Energia Eléctrica do bairro Tedeco

2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DO TRABALHO A DESENVOLVER

2.1 Introdução

A necessidade da utilização da energia eléctrica com qualidade, com parâmetros que seguem à risca os regulamentos e normas nos centros de utilização de energia eléctrica é indispensável para o suprimento das necessidades do Homem.

Onde para garantir o suprimento dessas necessidades é impossível nos dias de hoje não abordar o termo *electricidade* pois com esta é possível a conversão da energia eléctrica para outras energias indispensáveis como a energia térmica, energia cinética e também a luz facilitando assim o quotidiano do Homem.

Electricidade é um termo que abrange uma variedade de fenómenos resultante da presença de fluxo de carga eléctrica. Estes fenómenos têm sido estudados desde a antiguidade, mas teve os primeiros avanços nos séculos XVII e XVIII.

O Posto de Transformação de Energia Eléctrica é designado à uma instalação onde se procede a transformação da energia eléctrica de média tensão para baixa tensão alimentando a rede de distribuição de baixa tensão.

Estes têm a função de reduzir a tensão de níveis elevados para níveis utilizáveis pelos centros consumidores industriais assim como domésticos. E é composta por dispositivos de protecção e seccionamento dos dois lados, média e baixa tensão.

2.2 Formulação do problema

Há necessidade do melhoramento do Posto de Transformação numero 797, que alimenta os clientes do bairro Tedeco pois os consumidores tem se ressentido de cortes frequentes do fornecimento de energia eléctrica por parte da concessionária Electricidade de Moçambique o que lhes tem prejudicado frequentemente. Os consumidores reclamam de perdas inestimáveis de alimentos, e outros bens que necessitam continuamente de energia eléctrica para a sua utilização.

2.3 Justificativa

A qualidade e o contínuo fornecimento de energia eléctrica aos consumidores é uma das prioridades da concessionária Electricidade de Moçambique.

Com a missão de resolver de forma definitiva a baixa qualidade e eliminar o desprovento de energia eléctrica aos consumidores do bairro Tedeco, há necessidade de melhorar de forma significativa o posto de transformação. Resolvendo deste modo inúmeras avarias que ocorrem neste Posto de Transformação, como ligador queimado na consola, fusível fundido, cabo queimado, entre outras.

2.4 Objectivo geral

- ❖ Melhoramento do posto de transformação de energia eléctrica do bairro Tedeco.

2.4.1 Objectivos específicos

- ❖ Dimensionamento da potência do transformador;
- ❖ Dimensionamento das protecções do transformador;
- ❖ Dimensionamento das protecções no quadro geral de distribuição;
- ❖ Propor outros melhoramentos ao nível da rede de baixa tensão;
- ❖ Elaborar um plano de manutenção do posto de transformação.

2.5 Metodologia

Para a elaboração do trabalho vai se recolher aos seguintes criterios:

- ❖ Método de abordagem: Indutivo.
- ❖ Procedimentos técnicos: Pesquisa bibliográfica.
- ❖ Técnica de colecta de dados: Entrevista e observação.
- ❖ Análise de dados: Descritiva.



3. LOCAL DE REALIZAÇÃO

Posto de Transformação Público número 797 no bairro Tedeco, distrito de Boane

4. SUPERVISORES

	Nome	Assinatura
Da UEM	Eng. Dinis Chissano	<i>Dinis Chissano</i>
Co-supervisor		
Da Instituição	Eng. Alberto Zavala	<i>Alberto Zavala</i>

Maputo, 27 de 04 de 2022

O estudante
Zefanias P. Nhantumbo
(Zefanias Paulo Nhantumbo)

O Director do Curso
Zefanias José Mabote
(Eng. Zefanias José Mabote)
27.04.22

O Chefe da Comissão Científica
José Nelson Guambe
(Mestre José Nelson Guambe, Eng.)
29/04/22

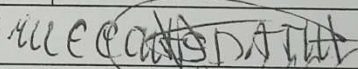
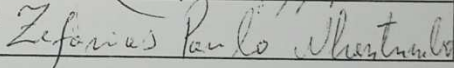
Plano de actividades

Trabalho de Estágio Profissional

Tema: Melhoramento do Posto de Transformação de Energia Eléctrica do bairro Tedeco

Referência: 2022ELEPPL11

Data: 07/03/2022

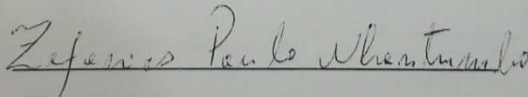
Semana	Data Prevista	Data de encontro	Hora	Assunto
1	25/04/2022	27/04/2022	9h00	Termo de Atribuição do Tema de estágio profissional
3	11/05/2022	11/05/2022	9h30	Revisão Bibliográfica
5	23/05/2022	03/06/2022	10h15	Resultados, análise e discussão
6	03/06/2022	15/06/2022	9h00	Organização do trabalho
8	15/06/2022	02/07/2022	16h00	Verificação final do trabalho
Supervisor: Eng. Dinis Chissano			Assinatura: 	
Estudante: Zefanias Paulo Nhantumbo			Assinatura: 	

Observações:

Data:

25/04/2022

Nome do estudante:



(Zefanias Paulo Nhantumbo)

GUIA DE AVALIAÇÃO DO RELATÓRIO ESCRITO



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

F1 - GUIA DE AVALIAÇÃO DO RELATÓRIO ESCRITO

Nome do estudante: Nhantumbo, Zefanias Paulo

Referência do tema: 2022ELEPPL11

Data: 07/03/2022

Título do tema: Melhoramento do Posto de Transformação de Energia Eléctrica do bairro Tedeco

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)	75
----------------------------	----

Nota (=Total*0,2)	15
-------------------	----

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.

O SUPERVISOR

DI. M. ALBUQUERQUE

(MUCQUADATA)



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

FICHA DE AVALIAÇÃO DA ATITUDE DO ESTUDANTE

(Auxiliar para o supervisor)

Nome do estudante: Nhantumbo, Zefanias Paulo

Referência do tema: 2022ELEPPL11 Data: 07/03/2022

Título do tema: Melhoramento do Posto de Transformação de Energia Eléctrica do bairro Tedeco

Indicador	Classificação				
	1	2	3	4	5
Atitude geral (manteve uma disposição positiva e sentido de humor)				4	5
Dedicação e comprometimento (Deu grande prioridade ao projecto e aceitou as responsabilidades prontamente)				4	5
Independência (realizou as tarefas independentemente, como prometido e a tempo)				4	5
Iniciativa (viu o que devia ter sido feito e fê-lo sem hesitar e sem pressões do supervisor)				4	5
Flexibilidade (disponibilidade para se adaptar e estabelecer compromissos)				4	5
Sensibilidade (ouviu e tentou compreender as opiniões dos outros)				4	5
Criatividade (contribuiu com imaginação e novas ideias)				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) 37

Nota (=Total*20/35) 17,7

Handwritten signature



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

Departamento de Engenharia Electrotécnica

Curso de Engenharia Eléctrica

RELATÓRIO DO ESTÁGIO PROFISSIONAL

TERMO DE ENTREGA DE RELATÓRIO DO ESTÁGIO PROFISSIONAL

Declaro que o estudante Zefanias Paulo Nhantumbo entregou no dia 04/07/2022 as 3 cópias de relatório do seu Estágio Profissional com referência: 2022ELEPPL11.

Intitulado: **MELHORAMENTO DO POSTO DE TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA ELÉCTRICA DO BAIRRO TEDECO.**

Maputo aos 05 de Julho de 2022

Chefe da Secretaria

Aceco Chicane



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
Departamento de Engenharia Electrotécnica
Curso de Engenharia Eléctrica

Declaração de Honra

Eu, Zefanias Paulo Nhantumbo, 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.

Zefanias Paulo Nhantumbo

(Zefanias Paulo Nhantumbo)

04 / 07 / 2022

Data

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha mãe, meu pai, minha irmã também a pessoas indispensáveis em minha vida, a família no geral pelo incentivo e pelo apoio para a concretização deste que é um dos maiores objectivos de vida que vem desde que faço parte deste universo da electrotecnia.

AGRADECIMENTO

Quero de forma especial endereçar o meu a agradecimento em primeiro a Deus que têm me concedido saúde, sabedoria e força dia após dia para combater as adversidades nessa etapa da vida.

A minha família pelo apoio e incentivo que serviram de alicerce para minhas realizações, a todos os meus amigos e colegas do curso que compartilharam inúmeros desafios, sempre com espírito colaborativo.

Ao Eng. Dinis Chissano pela disponibilidade e paciência. A todos os Docentes do DEEL em especial do curso de Engenharia Eléctrica que de maneira sábia puderam fazer chegar com maior sensibilidade os vários conhecimentos científicos que foram importantes para a elaboração deste trabalho.

RESUMO

O presente relatório consiste na necessidade de garantir a continuidade do fornecimento de energia eléctrica continua de qualidade aos consumidores do bairro Tedeco que encontra – se no Município de Boane, que encontram – se desprovido de energia eléctrica confiável devido a inúmeras faltas decorrente de avarias frequentes em seu posto de transformação.

Para a resolução deste problema que inquieta os consumidores. Numa primeira fase serão feitas recolhas de dados referentes ao posto de transformação, carga que este alimenta em seus circuitos de distribuição como a potência do transformador, características das protecções do lado da média tensão assim como do lado da baixa tensão. Em seguida serão desenvolvidos cálculos para redimensionamento do sistema eléctrico seguindo de forma sequenciada, partindo da protecção do posto de transformação, da potência do transformador, selecção dos condutores dos ramais e as protecções do quadro de distribuição em baixa tensão.

Em seguida, serão estabelecidos planos de manutenção do sistema eléctrico de modo a manter a longevidade do sistema, eliminando a probabilidade da ocorrência de faltas no sistema eléctrico de forma descontrolada. Desta forma garantindo também o fornecimento continuo de energia eléctrica aos consumidores do bairro Tedeco.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Contextualização	1
1.2. Formulação do problema.....	1
1.3. Justificativa	2
1.4. Objectivo geral	2
1.4.1. Objectivos específicos	2
1.5. Metodologia.....	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Posto de Transformação	3
2.2. Constituição do Posto de Transformação – PT	4
2.2.1. Pára-raios de distribuição a Resistor não – linear.....	4
2.2.2. Chave de fusível indicadora unipolar	7
2.2.3. Transformador de Potência	8
2.2.4. Disjuntor de baixa tensão	9
2.2.5. Fusível de baixa tensão	10
2.2.6. Linhas eléctricas	11
2.2.7. Barramentos	12
2.2.8. Sistemas de aterramento.....	13
3. RESULTADOS, ANÁLISE E DISCUSSÃO.....	14
3.1. Selecção do transformador	18
3.2. Selecção dos condutores	20
3.2.1. Condutores de Média Tensão (MT)	20
3.2.2. Selecção do cabo alimentador do QGBT.....	21
3.2.3. Selecção dos cabos em torçada LXS	22
3.3. Selecção das protecções	25

3.3.1. Selecção do disjuntor tetrapolar em caixa moldada.....	25
3.3.2. Selecção dos fusíveis gG para o QGBT	26
3.4. Sistema de aterramento	27
3.4.1. Medição da resistência de aterramento	27
3.4.2. Estratificação do solo.....	29
3.4.3. Cálculo do número de hastes	32
3.5. Resumo das propostas de melhoramento do PT 797	35
3.6. Estimativa de custo do projecto.....	37
3.6.1. Custo dos Materiais	37
3.6.2. Orçamento	38
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
4.1. Conclusão	39
4.2. Recomendações.....	39
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

LISTA DE ABREVIATURAS

BT	Baixa tensão
CLP	Controlador Lógico Programável
EDM	Electricidade de Moçambique
MT	Média tensão
NA	Normalmente Aberto
NF	Normalmente Fechado
PLC	<i>Programmable Logic Controller</i>
R.S.I.U.E.E.	Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica
R.S.R.D.E.E.B.T.	Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Eléctricas em Baixa Tensão
R.T.I.E.B.T.	Regras Técnicas de Instalações de Baixa Tensão

LISTA DE SÍMBOLOS

μs	micro segundo
A	amper
$\cos\varphi$	factor de potência
EPR	etileno-propileno
h	hora
I	corrente eléctrica
I_{max}	corrente máxima admissível
I_N	corrente nominal
I_{ramal}	corrente de serviço do ramal
I_z	corrente máxima corrigida
kA	quiloamper
Ke	coeficiente de evolução de carga
Ks	coeficiente de simultaneidade
kV	quilovolt
KVA	quilovolteamper
l	comprimento
m	metro
min	minuto
mm^2	milímetro quadrado
n	número total dos consumidores
N_p	número de postes
P_{cm}	potência activa dos consumidores monofásicos

P_{ct}	potência activa dos consumidores trifásicos
P_{IP}	potencia activa de iluminação pública
PT	posto de transformação
PVC	cloreto de polivinila
QGBT	quadro geral de baixa tensão
S	potência aparente
S_{IP}	potência aparente de iluminação pública
S_{min}	secção mínima
S_{ramal}	potência aparente do ramal
S_T	potência aparente do transformador
U	tensão eléctrica
U_L	tensão de linha
V	volt
XLPE	polietileno reticulado
β	factor de agrupamento de cabos
γ	factor de temperatura
$\Delta U_{\%}$	queda de tensão percentual
ΔU_{cabo}	queda de tensão do cabo

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema típico relativo ao princípio de funcionamento de um PT tipo AS	3
Figura 2: Parte interna de um pára - raios de resistores não – lineares	5
Figura 3: Montagem de um pára – raios poliméricos.....	6
Figura 4: Actuação de um pára – raios.....	6
Figura 5: Chave indicadora unipolar.....	7
Figura 6: Transformador de distribuição.....	8
Figura 7: Vista frontal de um disjuntor de baixa tensão.....	9
Figura 8: Dispositivo fusível NH e Diazed e respectivas partes componentes	10
Figura 9: Cabo isolado, Cabo unipolar e Cabo tripolar.....	12
Figura 10: Mapa topográfico do bairro Tedeco.....	14
Figura 11: Calibre dos fusíveis gerais no QGBT	15
Figura 12: Leitura do carregamento geral, obtido ao 23 de Maio de 2022 às 18h20min	16
Figura 13: Medição da resistência de aterramento.....	27
Figura 14: Medição de aterramento com espaçamento 1	28
Figura 15: Medição de aterramento com espaçamento 2	28
Figura 16: Medição de aterramento com espaçamento 3	29
Figura 17: Medição de aterramento com espaçamento 4	29
Figura 18: Curva $\rho(a) \times a$	30
Figura 19: Curva $K \times h$	31
Figura 20: Estratificação do solo do PT 797	32
Figura 21: Conexão no condutor do sistema de aterramento.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Calibre dos fusíveis no QGBT	15
Tabela 2: Leitura do carregamento, obtido ao 23 de Maio de 2022 às 18h20min.....	16
Tabela 3: Número de consumidores e respectiva potência contratada pela concessionária.....	18
Tabela 5: Dados de resistência do sistema de terra do PT 797	28
Tabela 6: Cálculo da resistividade.....	29
Tabela 7: Cálculo da resistividade média e dos desvios relativos de resistividade	30
Tabela 8: Levantamento de preços	38

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização

A Electricidade de Moçambique é uma empresa pública, concessionária moçambicana que faz a produção, transporte, distribuição e comercialização de energia eléctrica.

Esta tem como uma das propriedades fundamentais o fornecimento de energia eléctrica de forma contínua e de qualidade aos seus clientes.

Frequentes reclamações relacionadas a cortes no fornecimento de energia eléctrica no distrito de Boane, concretamente no bairro Tedeco, onde ao nível da Electricidade de Moçambique esta zona pertence a Área de Serviço ao Cliente de Boane que sente a necessidade de eliminar o problema que neste bairro se encontra. Garantindo desta forma aos seus clientes a utilização da energia eléctrica com qualidade, com parâmetros que seguem à risca os regulamentos e normas dos centros de utilização de energia eléctrica, que é indispensável para o suprimento das necessidades do Homem.

O Posto de Transformação de Energia Eléctrica, instalação onde se procede a transformação da energia eléctrica de média tensão para baixa tensão alimentando a rede de distribuição de baixa tensão.

1.2. Formulação do problema

Há necessidade do melhoramento do Posto de Transformação número 797, que alimenta os clientes do bairro Tedeco pois os consumidores têm se ressentido de cortes frequentes no fornecimento de energia eléctrica por parte da concessionária Electricidade de Moçambique o que lhes tem prejudicado frequentemente no quotidiano das suas actividades.

- ❖ Como garantir energia eléctrica contínua e de qualidade aos clientes do bairro Tedeco?
- ❖ Como garantir a longevidade do posto de transformação?

1.3. Justificativa

A qualidade e o contínuo fornecimento de energia eléctrica aos consumidores são prioridades da concessionária Electricidade de Moçambique.

Com a missão de resolver de forma definitiva a baixa qualidade e eliminar o desprovisionamento de energia eléctrica aos consumidores do bairro Tedeco, há necessidade de melhorar de forma significativa o posto de transformação. Resolvendo deste modo inúmeros defeitos que existem neste Posto de Transformação, como ligador queimado na consola, fusível fundido, cabo queimado, entre outras, anomalias que ocorrem sobretudo devido ao mau dimensionamento e manutenção defeituosa.

1.4. Objectivo geral

- ❖ Melhoramento do posto de transformação de energia eléctrica do bairro Tedeco.

1.4.1. Objectivos específicos

- ❖ Dimensionamento da potência do transformador;
- ❖ Dimensionamento das protecções do transformador;
- ❖ Dimensionamento das protecções no quadro geral de distribuição;
- ❖ Propor outros melhoramentos ao nível da rede de baixa tensão;
- ❖ Elaborar um plano de manutenção do posto de transformação.

1.5. Metodologia

Para a elaboração do trabalho vai se recolher aos seguintes critérios:

- ❖ Método de abordagem: Indutivo.
- ❖ Procedimentos técnicos: Pesquisa bibliográfica.
- ❖ Técnica de colecta de dados: Entrevista e observação.
- ❖ Análise de dados: Descritiva.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Posto de Transformação

Posto de transformação é considerado à instalação de alta tensão cuja função é a transformação da corrente eléctrica por um ou mais transformadores, sendo a corrente secundária utilizada directamente pelos receptores (de acordo com art.º 6.º o RSSPTS).

Posto de transformação também designada subestação de distribuição são definidas como uma combinação de sistemas de comutação, controle e de equipamentos dispostos a reduzir a tensão (Hélio Creder, 16ª edição).

Tipicamente, num PT encontram-se os transformadores, que fazem a redução de MT para BT, bem como a aparelhagem de protecção, de seccionamento e medida. Desta forma, o princípio de funcionamento de um PT tem por base o primário do transformador que é alimentado pelo cabo trifásico em MT, e, por sua vez, pelo secundário sai um cabo com três fases e neutro em BT, o qual se destina a alimentar os vários lotes incluídos existentes (Frederico Seabra, 2018).

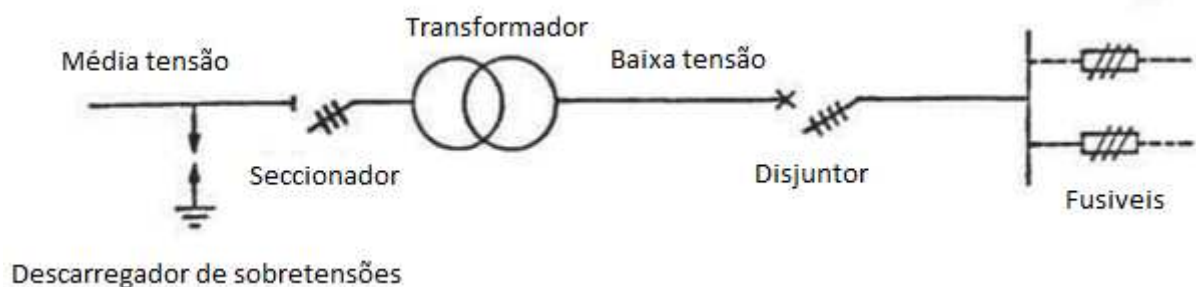


Figura 1: Esquema típico relativo ao princípio de funcionamento de um PT tipo AS

Fonte: Henrique da Silva, 2015

Os postos de transformação são inseridos nas redes próximos dos centros de consumo, em diferentes áreas geográficas e com exigências diversas: zonas rurais, semi-urbanas e urbanas, zonas industriais, loteamentos e urbanizações, zonas de baixa, média ou elevada densidade de carga, com média ou elevada exigência de qualidade de serviço, de domínio público ou privado.

2.2. Constituição do Posto de Transformação – PT

O transformador é elemento fundamental num posto de transformação. Pelo fato desta instalação envolver elevados níveis de tensão, necessita-se de um conjunto adicional de aparelhagem para realizar as funções de comando, seccionamento, contagem, e protecção (de animais, pessoas e bens, e dos próprios equipamentos).

Um PT, é constituído essencialmente por:

2.2.1. Pára-raios de distribuição a Resistor não – linear

É um equipamento destinado à protecção de sobretensão provocada por descargas atmosféricas ou por chaveamento na rede. São as características fundamentais de um para – raios definidas pela ABNT:

- ❖ Tensão nominal – é a máxima tensão eficaz, de frequência nominal, aplicável entre os terminais do pára – raios e na qual este deve operar.
- ❖ Frequência nominal – é a frequência utilizada no projecto do pára – raios a qual deve coincidir com a frequência da rede a que será ligado.
- ❖ Corrente de descarga nominal – é o valor de crista da corrente de descarga com forma de longa $8/20\mu s$, utilizado para classificar um pára – raios.
- ❖ Corrente subsequente – é a corrente fornecida pelo sistema que percorre o pára – raios depois da passagem da corrente de descarga.
- ❖ Tensão disruptiva de impulso atmosférico – é o maior valor de tensão atingida antes do centelhamento do pára – raios, quando a tensão de impulso atmosférico, de forma de onda e polaridade dadas, é aplicada entre os terminais do pára – raios.
- ❖ Tensão residual – é a tensão que aparece entre os terminais de um pára – raios durante a passagem da corrente de descarga (João Mamede Filho, 7ª edição).

Constituição do pára – raios

- ❖ Corpo de porcelana – constituído de porcelana de alta resistência mecânica e dieléctrica, no qual estão alojados os principais elementos activos do pára – raios.
- ❖ Resistores não – lineares – são blocos cerâmicos feitos de material refractário, química e electricamente estáveis. Esse material é capaz de conduzir altas correntes de descarga com baixas tensões residuais.
- ❖ Desligador automático – é composto de um elemento resistivo colocado em serie com uma cápsula explosiva protegida por um corpo de baquelite. Sua função é desconectar o cabo de aterramento do pára – raios quando este é percorrido por uma

corrente de alta intensidade capaz de provocar sua explosão. É projectado para não operar com a corrente de descarga e a corrente subsequente. Também serve de indicador de defeito do pára – raios.

❖ Centelhador série – é constituído de um ou mais espaçamentos entre eléctrodos, dispostos em série com os resistores não – lineares, e cuja finalidade é assegurar sob quaisquer condições uma característica de disrupção regular com uma rápida extinção da corrente subsequente.

❖ Protector contra sobrepressão – é um dispositivo destinado a aliviar a pressão interna devida a falhas ocasionais do pára – raios e cuja acção permite o escape dos gases antes que haja rompimento da porcelana (João Mamede Filho, 7ª edição).

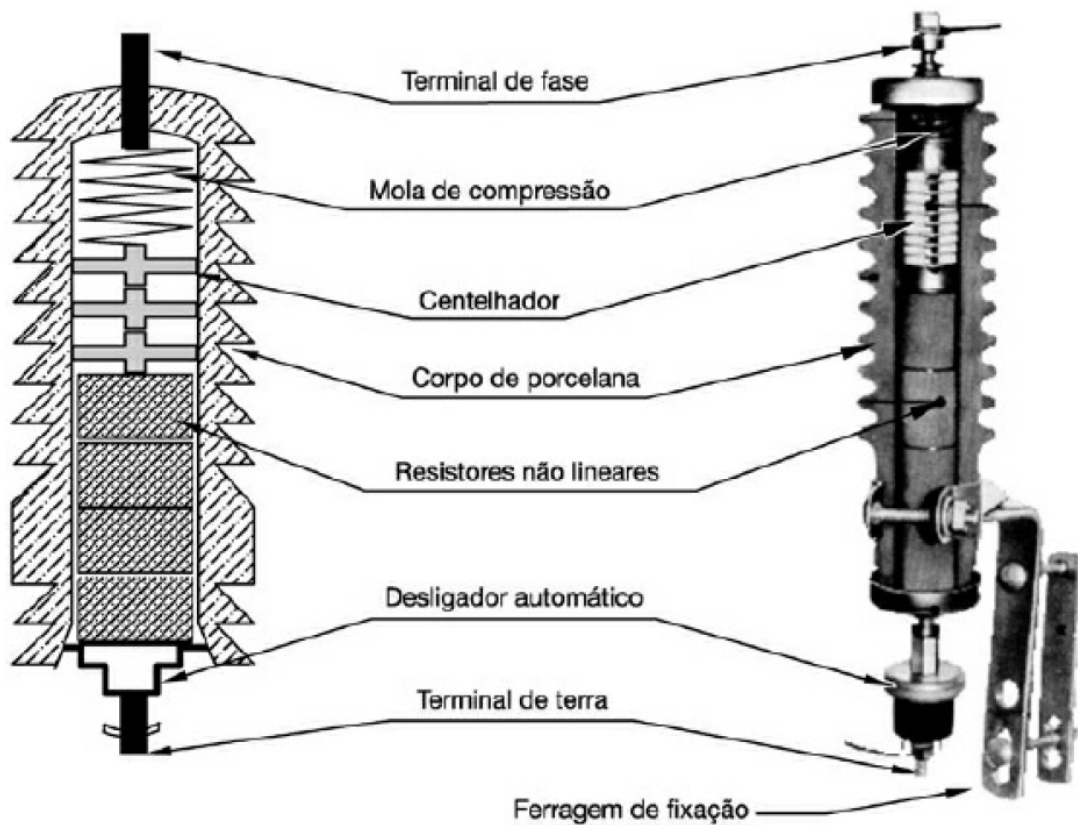


Figura 2: Parte interna de um pára - raios de resistores não – lineares

Fonte: João Mamede Filho, 4ª edição

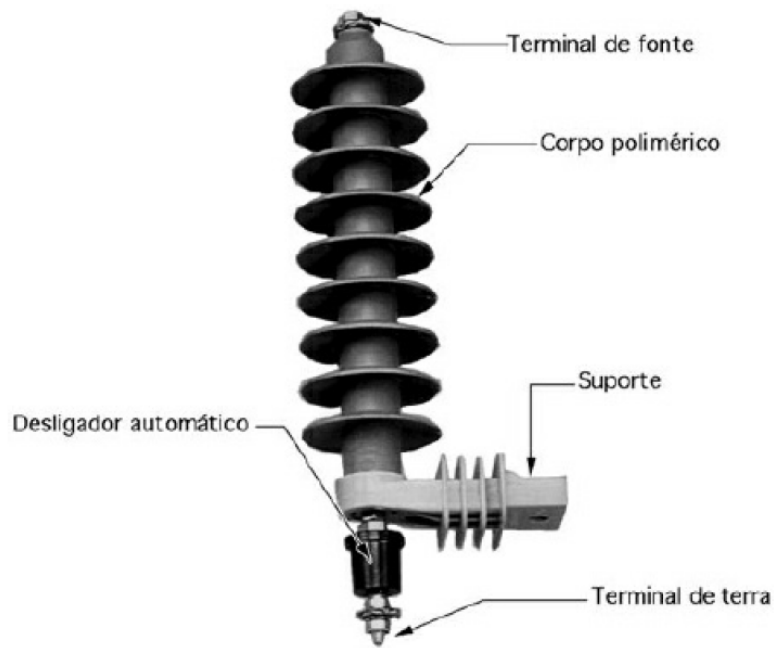


Figura 3: Montagem de um pára – raios poliméricos

Fonte: João Mamede Filho, 4ª edição

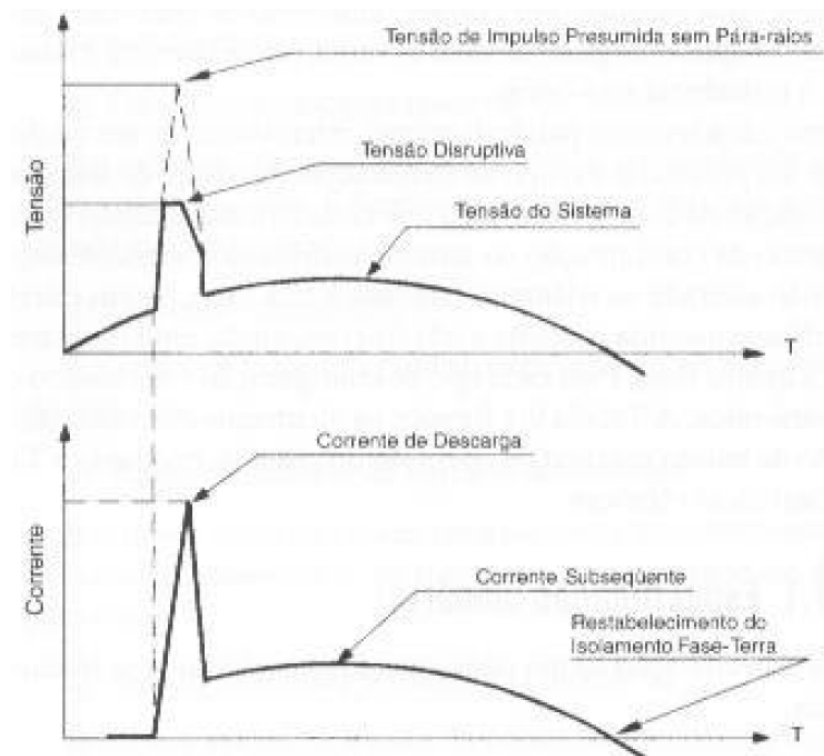


Figura 4: Actuação de um pára – raios

Fonte: João Mamede Filho, 7ª edição

2.2.2. Chave de fusível indicadora unipolar

É um equipamento destinado à protecção de sobrecorrente de rede, desde o ponto de entrada de energia até o disjuntor geral da subestação. Seu elemento fusível, denominado elo fusível, deve coordenar com os outros elementos de protecção do sistema da concessionária local.

É constituída na versão mais comum, de um corpo de porcelana, com dimensões adequadas a tensão de isolamento e a tensão suportável de impulso, e no qual esta articulado um tubo, normalmente fabricado de fenolite ou fibra de vidro, que consiste no elemento fundamental que define a capacidade de interrupção da chave. Dentro desse tubo denominado cartucho, é instalado o elo fusível porcelana (João Mamede Filho, 7ª edição).

Este deve ser especificados, no mínimo, os seguintes dados:

- ❖ Tensão nominal eficaz, em kV;
- ❖ Corrente nominal, em A;
- ❖ Frequência nominal;
- ❖ Capacidade de ruptura, em kA;
- ❖ Tensão suportável de impulso, em Kv.

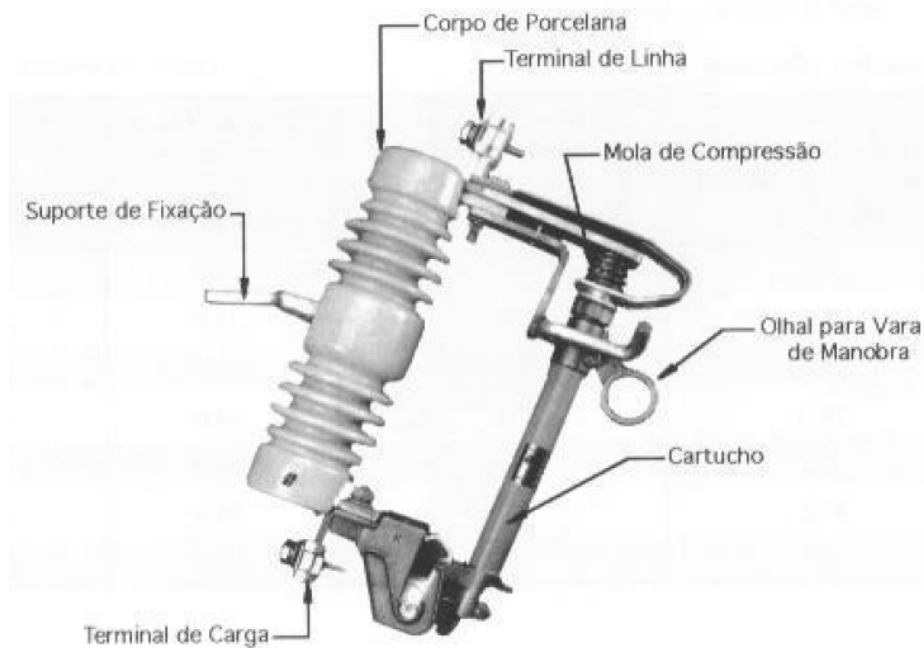


Figura 5: Chave indicadora unipolar

Fonte: João Mamede Filho, 7ª edição

Elo Fusível

É um elemento metálico no qual é inserida uma parte sensível a correntes eléctricas elevadas, fundindo – se e rompendo num intervalo de tempo inversamente proporcional à grandeza da referida corrente. Os elos fusíveis de má qualidade constituem um grande transtorno para as concessionárias de energia eléctrica, devido a sua queima intempestiva, sem que nenhuma anomalia tenha ocorrido no sistema, acarretando custos adicionais de manutenção, perda de faturamento e comprometendo a imagem da empresa junto aos seus consumidores (João Mamede Filho, 7ª edição).

2.2.3. Transformador de Potência

É um equipamento que, por meio de indução electromagnética, transfere energia de um circuito chamado primário para um ou mais circuitos denominados secundário ou terciário, respectivamente, sendo mantida a mesma frequência, porém com tensões e correntes diferentes (João Mamede Filho, 7ª edição).

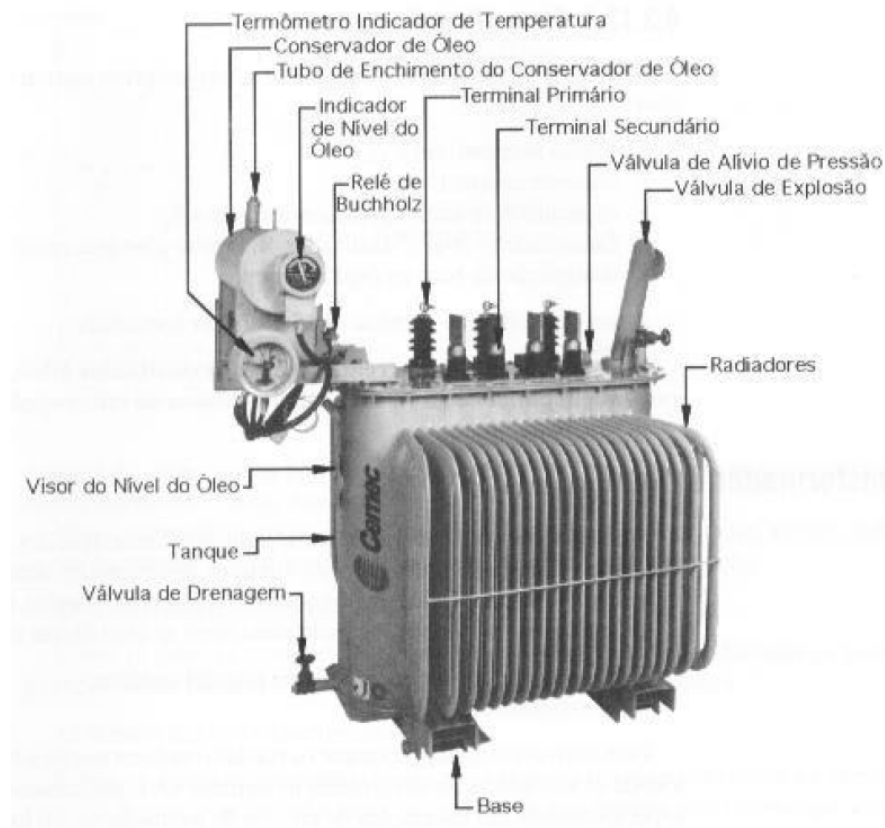


Figura 6: Transformador de distribuição

Fonte: João Mamede Filho, 7ª edição

O pedido de compra de um transformador deve conter, no mínimo, os seguintes elementos:

- ❖ Potência nominal;
- ❖ Tensão nominal primária;
- ❖ Tensão nominal secundária;
- ❖ Derivações desejadas (tapes);
- ❖ Perdas máximas no ferro e no cobre;
- ❖ Ligação dos enrolamentos;
- ❖ Tensão suportável de impulso;
- ❖ Impedância percentual
- ❖ Acessórios desejados (especificar) (João Mamede Filho, 7ª edição).

2.2.4. Disjuntor de baixa tensão

É um equipamento de comando e de protecção de circuitos de baixa tensão, cuja finalidade é conduzir continuamente a corrente de carga sob condições nominais e interromper correntes anormais de sobrecarga e de curto – circuito porcelana (João Mamede Filho, 7ª edição).

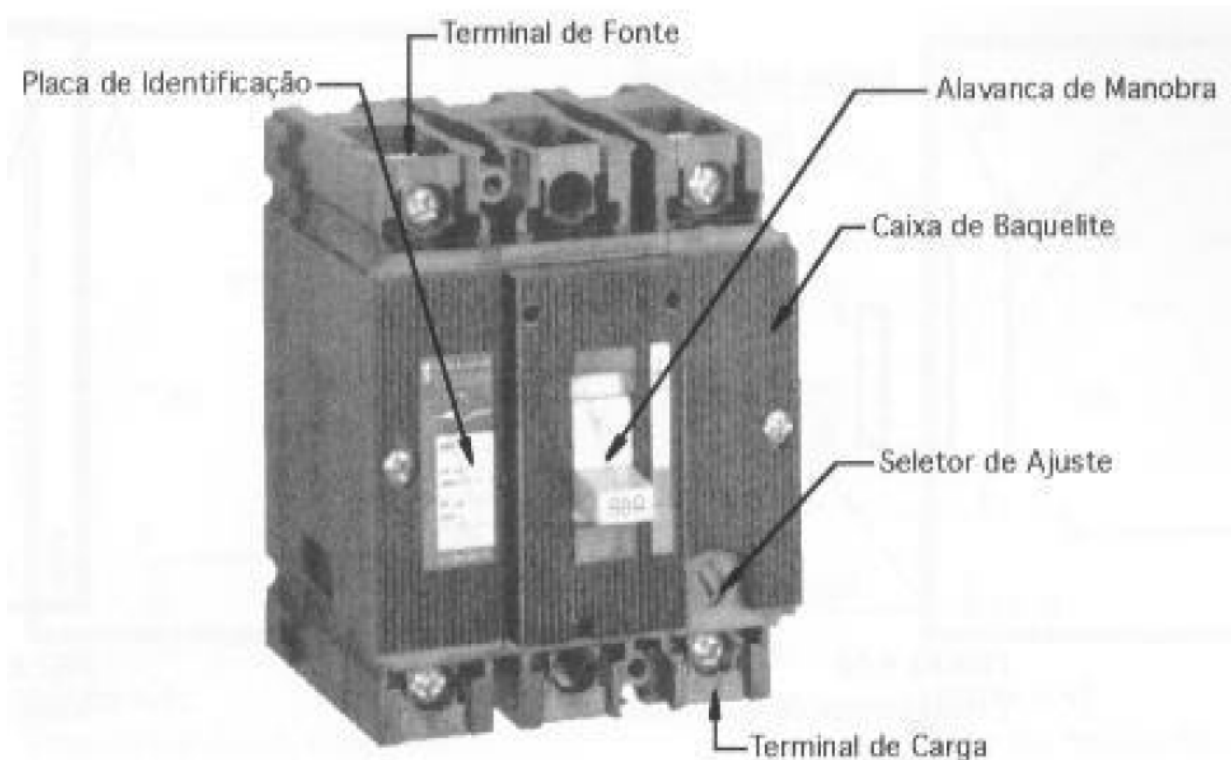


Figura 7: Vista frontal de um disjuntor de baixa tensão

Fonte: João Mamede Filho, 7ª edição

Para utilização em um determinado ponto do sistema, requer que sejam discriminados os seguintes elementos no mínimo:

- ❖ Corrente nominal de operação;
- ❖ Capacidade de interrupção;
- ❖ Tensão nominal;
- ❖ Frequência nominal;
- ❖ Faixa de ajuste dos disparadores;
- ❖ Tipo (termomagnético, limitador de corrente, somente magnético ou somente térmico);
- ❖ Accionamento (manual ou motorizado) (João Mamede Filho, 7ª edição).

2.2.5. Fusível de baixa tensão

Um dispositivo fusível é um dispositivo de protecção que, pela fusão de uma parte especialmente projectada, abre o circuito no qual se acha inserido e interrompe a corrente, quando esta excede um valor de referência durante em tempo especificado (Ademaro Cotrim, 4ª edição).

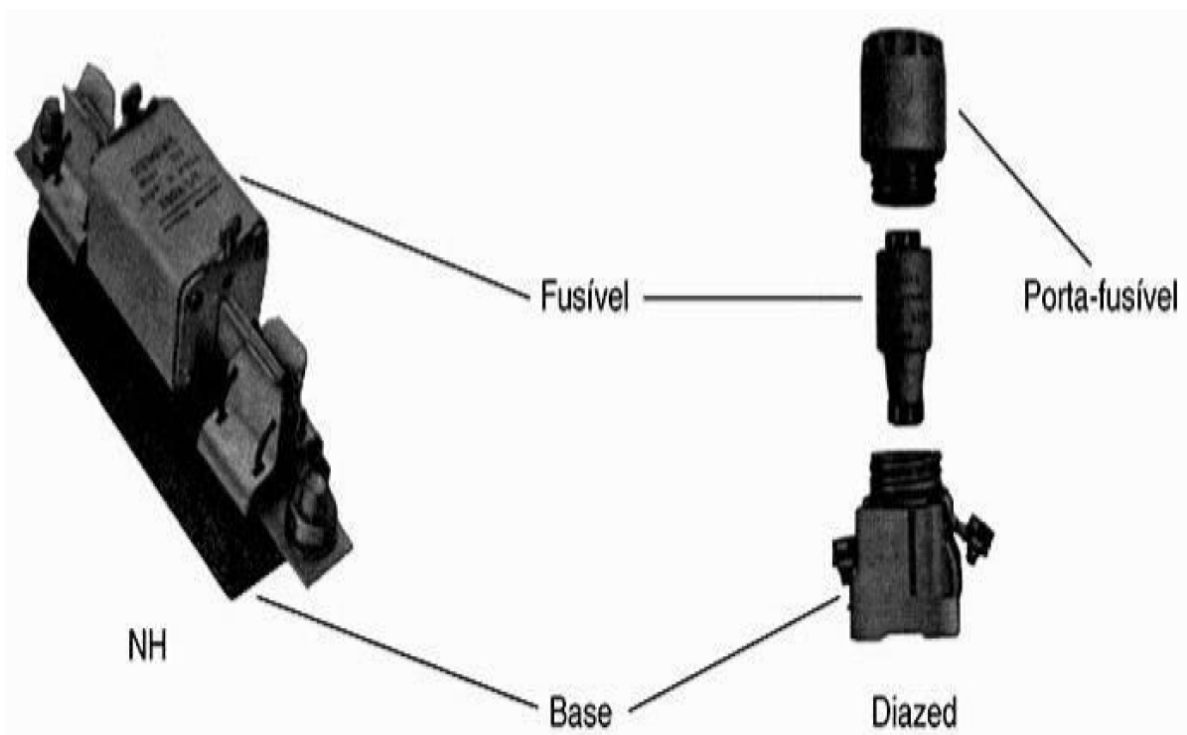


Figura 8: Dispositivo fusível NH e Diazed e respectivas partes componentes

Fonte: Ademaro Cotrim, 4ª edição.

As partes de um dispositivo fusível são, em geral:

- ❖ Fusíveis – peça substituível após a sua operação contem o elemento fusível que é o componente que se funde, quando percorrido por uma corrente que exceda um valor de referência durante um tempo especificado;
- ❖ Base – parte fixa do dispositivo, com contactos e terminais;
- ❖ Indicador – parte do dispositivo que dá uma indicação visível que ele operou;
- ❖ Percussor – dispositivo mecânico integrante que, quando da operação do dispositivo, libera a energia necessária para accionar outros dispositivos ou indicadores, ou para fazer um intertravamento;
- ❖ Porta – fusível – parte móvel de um dispositivo fusível no qual se instala um fusível, mas não incluindo este (Ademaro Cotrim, 4ª edição).

2.2.6. Linhas eléctricas

Chama – se condutor eléctrico o produto metálico, geralmente de forma cilíndrica e de comprimento muito maior que a sua dimensão transversal, utilizado para transportar energia eléctrica ou transmitir sinais eléctricos. Os condutores são de dois tipos os fios e as barras (Ademaro Cotrim, 4ª edição).

Fio é o produto metálico maciço e flexível, de secção transversal invariável e de comprimento muito maior que a sua secção transversal. Os fios, geralmente são de forma cilíndrica, podem ser usados directamente como condutores eléctricos ou para a fabricação de condutores encordoados (Ademaro Cotrim, 4ª edição).

Os fios e cabos são isolados com diferentes tipos compostos isolantes, sendo os mais empregados os PVC (cloreto de polivinila), o EPR (etileno-propileno) e o XLPE (polietileno reticulado), cada um com suas características químicas, eléctricas e mecânicas próprias, acarretando, assim, o seu emprego em condições específicas para cada instalação (João Mamede Filho, 7ª edição).

Ademais, os condutores são chamados de *isolados* quando dotados de uma camada isolante, sem capa de protecção. Por outro lado são chamados *unipolares* os condutores que possuem uma camada isolante, protegida por uma capa, normalmente constituída de material PVC (João Mamede Filho, 7ª edição).

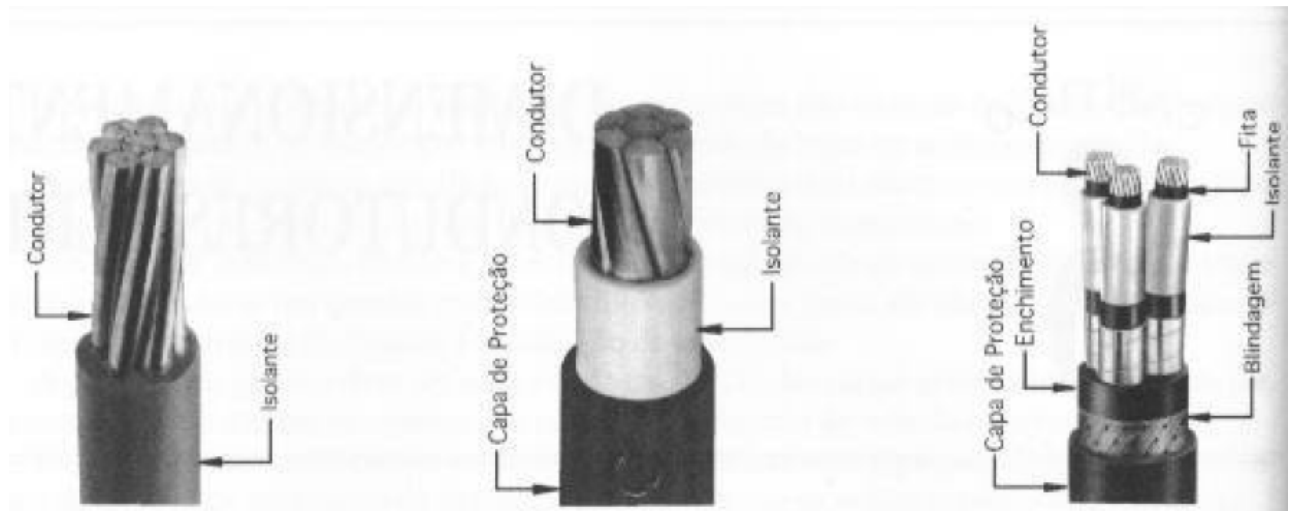


Figura 9: Cabo isolado, Cabo unipolar e Cabo tripolar

Fonte: João Mamede Filho, 7ª edição

O pedido de aquisição de um condutor secundário deve conter no mínimo as seguintes informações:

- ❖ Secção nominal, em mm^2 ;
- ❖ Classe de tensão;
- ❖ Natureza do material condutor (cobre ou alumínio);
- ❖ Material da isolação;
- ❖ Material da capa de protecção;
- ❖ Tipo (isolado, unipolar, bipolar, tripolar, quadripolar);
- ❖ Tamanho da bobina (João Mamede Filho, 7ª edição).

2.2.7. Barramentos

Barra é um condutor rígido, em forma de tubo ou de secção perfilada, fornecido em trechos rectilíneos. As barras são usadas como condutores (geralmente sem isolamento) em equipamentos, tais como quadros de distribuição, painéis, subestações desabrigadas, abrigadas ou blindadas (Ademaro Cotrim, 4ª edição).

Chama – se *barramento* o conjunto de barras de mesma tensão nominal, com seus suportes e acessórios (Ademaro Cotrim, 4ª edição).

2.2.8. Sistemas de aterramento

Aterramento é a ligação de estruturas ou instalações com a terra, com o objectivo de estabelecer uma referência para a rede eléctrica e permitir o fluxo para a terra de correntes eléctricas de naturezas diversas, tais como:

- ❖ Correntes de raios;
- ❖ Descargas electrostáticas;
- ❖ Correntes de filtros, supressores de surtos e pára – raios de linha;
- ❖ Correntes de curto – circuito para terra (Hélio Creder 15ª edição).

Nas instalações eléctricas, são considerados dois tipos básicos de aterramento:

- ❖ O aterramento funcional, que consiste na ligação à terra de um dos condutores do sistema (geralmente o neutro) e está relacionado com o funcionamento correcto, seguro e confiável da instalação;
- ❖ O aterramento de protecção, que consiste na ligação à terra das massas e dos elementos condutores estranhos à instalação, visando à protecção contra choques eléctricos por contacto directo (Hélio Creder 15ª edição).

Os objectivos principais do aterramento são:

- ❖ Obter uma resistência de aterramento a mais baixa possível, para correntes de falta à terra;
- ❖ Manter os potenciais produzidos pelas correntes de falta dentro dos limites de segurança de modo a não causar fibrilação do coração humano;
- ❖ Fazer que equipamentos de protecção sejam mais sensibilizados e isolem rapidamente a falha à terra;
- ❖ Proporcionar um caminho de escoamento para terra de descargas atmosféricas;
- ❖ Usar a terra como retorno de corrente no sistema;
- ❖ Escoar as cargas estáticas geradas nas carcaças dos equipamentos (Geraldo Kindermann, 3ª edição).

Existem várias maneiras para aterrar um sistema eléctrico, que vão desde uma simples haste, passando por placas de formas e tamanhos diversos, chegando às complicadas configurações de cabos enterrados no solo (Geraldo Kindermann, 3ª edição).

3. RESULTADOS, ANÁLISE E DISCUSSÃO

Inicialmente para o desenvolvimento do trabalho de melhoramento do posto de transformação numero 797, fez – se o levantamento de dados deste sistema eléctrico que beneficia os consumidores de energia eléctrica em baixa tensão do bairro Tedeco.

A seguir temos o mapa topográfico do bairro Tedeco, onde se pretende fazer o estudo de melhoramento do PT 797.

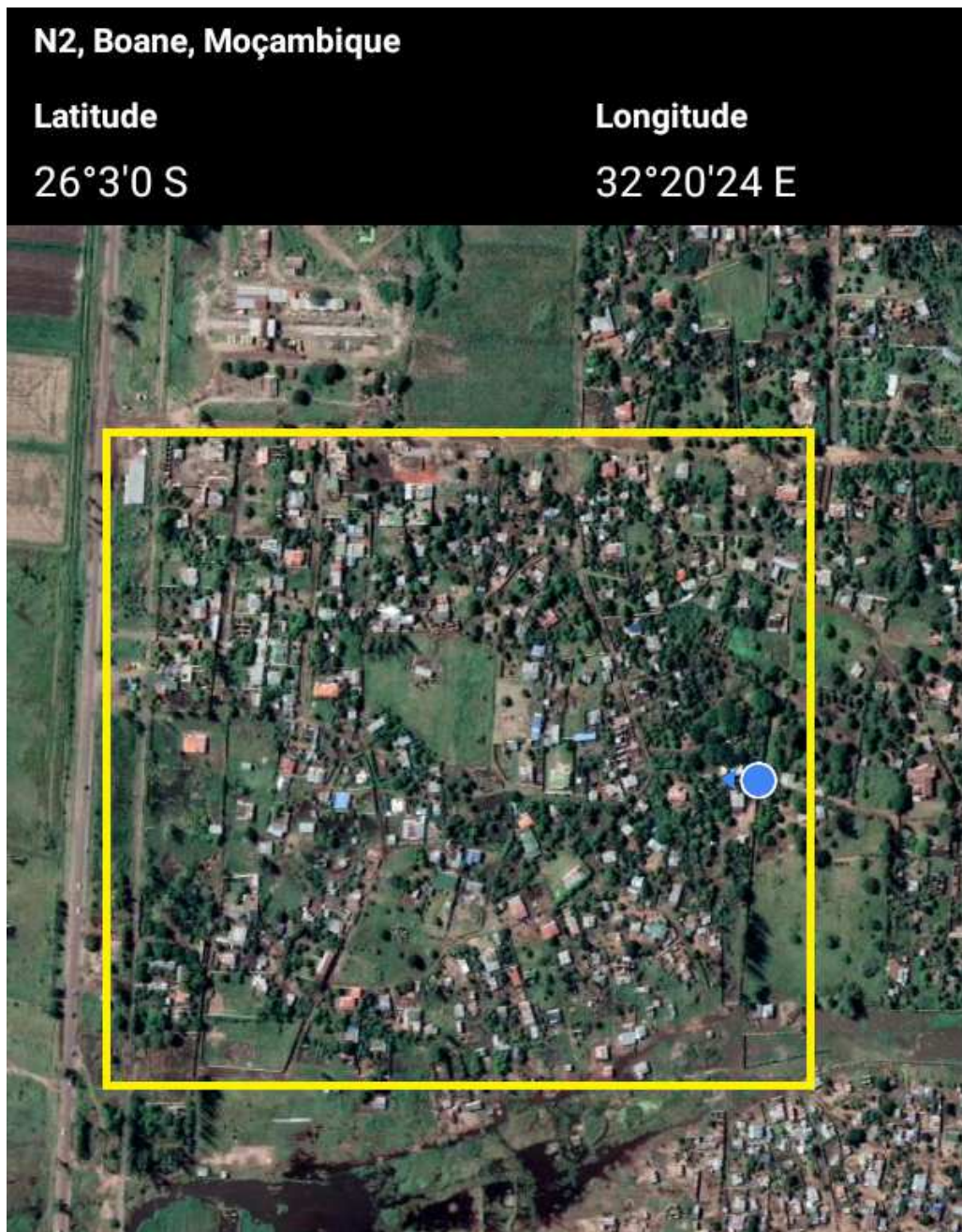


Figura 10: Mapa topográfico do bairro Tedeco

Fonte: Google Maps, 2022

Onde verificou – se dados deste PT, sendo estas as grandezas eléctricas como a potência eléctrica, tensão eléctrica do primário e secundário, frequência e também características técnicas dos dispositivos de protecção e seccionamento a nível da media tensão, baixa tensão e do transformador de distribuição onde mais detalhes podem ser verificados a seguir:

Dados do PT 797

- ❖ Marca do transformador: ABB
- ❖ Tensão do primário: 33KV
- ❖ Tensão do secundário: 400/230V
- ❖ Frequência: 50Hz
- ❖ Potência do transformador: 200KVA
- ❖ Calibre do elo fusível: 8A
- ❖ Tensão nominal do pára – raio: 33KV

	Geral	Saída 1	Saída 2	Saída 3
R	630 A	400 A	250 A	250 A
S	630 A	250 A	250 A	250 A
T	250 A	250 A	400 A	315 A

Tabela 1: Calibre dos fusíveis no QGBT

Fonte: QGDBT do posto de transformação número 797



Figura 11: Calibre dos fusíveis gerais no QGBT

Fonte: QGDBT do posto de transformação número 797

	Geral	Saída 1	Saída 2	Saída 3
R	349.5 A	143.1 A	15.2 A	193.0 A
S	468.5 A	154.9 A	156.6 A	158.7 A
T	300.4 A	137.6 A	42.0 A	120.4 A
N	57.7A			

Tabela 2: Leitura do carregamento, obtido ao 23 de Maio de 2022 às 18h20min

Fonte: Posto de transformação número 797



Figura 12: Leitura do carregamento geral, obtido ao 23 de Maio de 2022 às 18h20min

Fonte: Posto de transformação número 797

Destes dados obtidos neste posto de transformação, pode – se verificar que há problemas como:

Sobrecarga do transformador pois as correntes que fluem nos fusíveis gerais excedem o limite que um transformador de potencia 200KVA no seu secundário que em regime normal não deve exceder a intensidade de serviço de 288A segundo a leitura de carregamento feita no PT. Sendo que, de acordo com estes dados o transformador encontra – se a funcionar em cerca de 160% da sua carga nominal, o que ocasiona um aquecimento excessivo nos enrolamentos do transformador o que num futuro próximo

com o desgaste do isolamento das bobinas existe uma grande probabilidade de ocorrer um curto – circuito entre os enrolamentos.

Desequilíbrio entre fases de cerca de 125%, o que origina o aumento considerável de perdas eléctricas e também a queda de tensão da rede de desequilibrada fazendo com que o consumidor final tenha problemas de tensão baixa comprometendo assim a qualidade da energia eléctrica na habitação do consumidor.

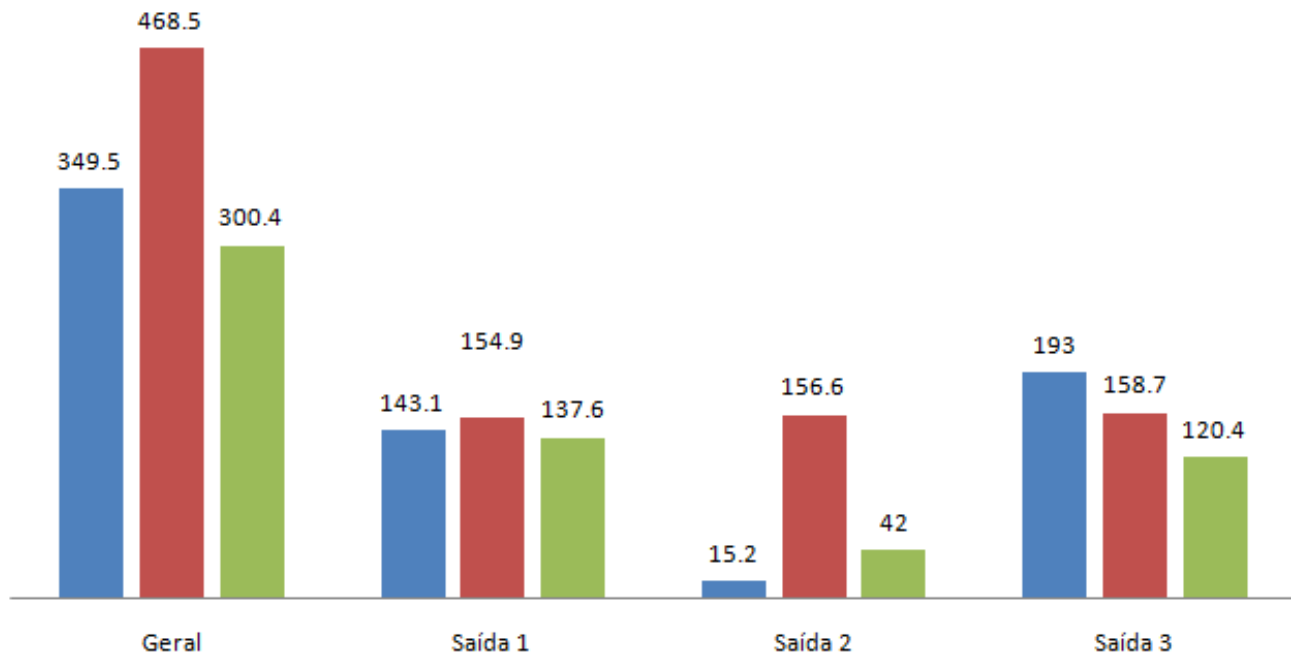


Gráfico 1: Intensidade eléctrica no QGBT por Ramo

Fonte: Autor

Protecção por elo fusível do transformador sobredimensionado tendo este um calibre que não protege o transformador, tornando este susceptível a danificar pois para um transformador de 200KVA deve ser protegido por elo fusível de 5A.

Falta de selectividade da protecção por fusíveis do tipo NH sobretudo na fase T, onde temos um fusível geral de 250A e a saída 2 que tem um fusível de 400A; podendo observar com mais detalhes na tabela 2.

Estes problemas podem ser resolvidos com o redimensionamento dos elementos do PT como as protecções, dos dispositivos como o transformador e cabos de saídas de modo a permitir que esta rede eléctrica encontre – se em funcionamento contínuo e possibilite aos consumidores energia eléctrica de qualidade.

3.1. Selecção do transformador

- ❖ Cálculo da carga aparente total contratada à concessionária

Para a efectivação deste cálculo, teve como base a tabela 4, onde se encontram os dados dos consumidores, ou seja, a potência por este contratada a concessionária EDM e o respectivo número de clientes que encontram – se num total de 212 consumidores no PT numero 797. Tendo mais detalhes na tabela 3, a seguir:

Tipo de tarifa	Potência contratada monofásica [kW]				Potência contratada trifásica [kW]			
	1,1	3,3	6,6	9,9	13,2	16,5	19,8	23,1
Social	77	0	0	0	0	0	0	0
Doméstica	0	26	21	0	28	0	0	0
Geral	0	22	0	22	15	0	1	0
Consumidor	168				44			
TOTAL [kW]	599,5				568,6			

Tabela 3: Número de consumidores e respectiva potência contratada pela concessionária

Fonte: EDM, Área de Serviço ao Cliente de Boane

- a) Cálculo da carga aparente total contratada à concessionária

$$S = \frac{\frac{P_{cm} + P_{ct}}{3}}{\cos\phi} \quad (\text{equação 3.1.1})$$

$$S = \frac{\frac{P_{cm} + P_{ct}}{3}}{\cos\phi} = \frac{\frac{599,5 + 568,6}{3}}{0,8} = 960,54 \text{ kVA}$$

- b) Cálculo do coeficiente de simultaneidade

Para a correcção da potência da carga aparente esta foi multiplicada pelo coeficiente de simultaneidade que é obtido a partir do número total dos consumidores, neste caso de 212 consumidores de energia eléctrica em baixa tensão.

$$K_s = 0,2 + \frac{0,8}{\sqrt{n}} \quad (\text{equação 3.1.2})$$

$$K_s = 0,2 + \frac{0,8}{\sqrt{212}}$$

$$K_s = 0,255$$

c) Cálculo da potência de iluminação pública

Há necessidade de considerar também a potência de iluminação pública pois este também é conectado a uma saída específica para iluminação pública no QGBT.

$$P_{IP} = N_P \times P_{Lâmpada} \times (1 + 0.25), \text{ (equação 3.1.3)}$$

$$N_P = \frac{\text{número de consumidores}}{\text{numero de baixadas media por poste}}, \text{ (equação 3.1.4)}$$

$$N_P = \frac{212}{4} = 53 \text{ postes}$$

$$P_{IP} = 53 \times 48W \times (1 + 0.25) = 3,18 \text{ kW}$$

$$S_{IP} = \frac{P_{IP}}{\cos\phi}, \text{ (equação 3.1.5)}$$

$$S_{IP} = \frac{3,18}{0,9} = 3,53 \text{ kVA}$$

d) Cálculo da potência aparente total

Após o cálculo da carga aparente total e coeficiente de simultaneidade e a potência de iluminação pública, é calculada a potência aparente total que o novo transformador devesse suportar.

$$S_T = S \times K_s + S_{IP}, \text{ (equação 3.1.6)}$$

$$S_T = 960,54 \text{ kVA} \times 0,255 + 3,53$$

$$S_T = 248,48 \text{ kVA}$$

e) Seleção da Potência do transformador

Tendo obtido a potência aparente total, fez a seleção da potência elétrica do transformador com base na potência aparente total, acrescido de 9% desta potência que representa a evolução de carga que este PT terá.

$$S_N > S_T (1 + K_e), \text{ (equação 3.1.7)}$$

Onde K_e é o coeficiente de evolução de carga que será de 9%.

$$S_N > 248,48 \times (1 + 0.09)$$

$$S_N > 270,83 \text{ kVA}$$

Com esta potência de 270,83 kVA, tomando em consideração a potência de reserva a partir do coeficiente de evolução de carga, será escolhido um transformador acima da demanda calculada, nesse caso, o posto de transformação número 797 vai necessitar de um transformador de 315 KVA para responder a demanda com as seguintes características:

- ❖ Marca do transformador: Transformador de Moçambique
- ❖ Tensão do primário: 33KV
- ❖ Tensão do secundário: 400/231V
- ❖ Perdas [W] $\left\{ \begin{array}{l} \text{Em vazio: } 750 - 845 \\ \text{Em carga: } 3300 - 3385 \end{array} \right.$
- ❖ Impedância: 4%
- ❖ Classe de tensão: 36kV
- ❖ Frequência: 50Hz
- ❖ Potência do transformador: 315KVA

3.2. Selecção dos condutores

3.2.1. Condutores de Média Tensão (MT)

A selecção dos condutores de média tensão foi mediante ao regulamento que considera três condições necessárias de serem satisfeitas de modo a obter a secção do condutor ideal, sendo estas:

- ❖ Condições de intensidade de serviço

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \times U_p} \qquad I_n \leq 1.45 \times I_z \qquad I_z = 111A \cdot 0,95 \cdot 0,93 = 98,06A$$

$$I_n = \frac{315 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \times 33 \text{ kV}} \qquad I_z = I_{\max} \cdot \beta \cdot \gamma \qquad 5,51A \leq 1.45 \times 98,06A$$

$$I_n = 5,51A \qquad \beta = 0,95 \quad \gamma = 0,93 \qquad \mathbf{5,51A \leq 142,19A}$$

$$S_{\min} = 20 \text{ mm}^2 \qquad \underline{\text{Satisfaz a condição}}$$

$$I_{\max} = 111 \text{ A}$$

❖ Condições de queda de tensão

$$\Delta U \leq 7\% \times U_n \text{ (equação 3.1.8)}$$

$$U_n = 33 \text{ kV} \quad \Delta U = I_n \cdot \frac{\rho \cdot l}{S_{\min}} \quad \Delta U \leq 7\% \times 33 \text{ kV}$$

$$l = 480 \text{ m} \quad \Delta U = 5,51 \text{ A} \cdot \frac{2,82 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ mm}^2 \cdot 480 \text{ m}}{20 \text{ mm}^2} \quad 3,73 \cdot 10^{-6} \text{ V} \leq 2310 \text{ V}$$

$$\rho = 2,82 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ mm}^2/\text{m} \quad \Delta U = 3,73 \cdot 10^{-6} \text{ V} \quad \underline{\text{Satisfaz a condição}}$$

❖ Condições de aquecimento

$$I_{\max} \geq \frac{I_n}{\beta \cdot \gamma} \text{ (equação 3.1.9)}$$

$$111 \text{ A} \geq \frac{5,51}{0,95 \cdot 0,93} \quad \leftrightarrow \quad 111 \text{ A} \geq 6,24 \text{ A} \quad \underline{\text{Satisfaz a condição}}$$

Tendo satisfeito todas condições necessária para a sua selecção, no lado do primário ou seja, media tensão ter – se – a um condutor de secção 20mm² do tipo AAAC.

3.2.2. Selecção do cabo alimentador do QGBT

A selecção do cabo alimentador do QGBT foi mediante ao regulamento que considera três condições necessárias de serem satisfeitas de modo a obter a secção do condutor ideal, sendo estas:

❖ Condições de intensidade de serviço

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \times U_s} \quad I_n \leq 1.45 \times I_z \quad I_z = 463 \text{ A} \cdot 0,75 \cdot 0,95 = 329,89 \text{ A}$$

$$I_n = \frac{315 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \times 0,4 \text{ kV}} \quad I_z = I_{\max} \cdot \beta \cdot \gamma \quad 454,66 \text{ A} \leq 1.45 \times 329,89 \text{ A}$$

$$I_n = 454,66 \text{ A} \quad \beta = 0.75 \quad \gamma = 0.95 \quad \mathbf{454,66 \text{ A} \leq 478,34 \text{ A}}$$

$$S_{\min} = 280 \text{ mm}^2 \quad \underline{\text{Satisfaz a condição}}$$

$$I_{\max} = 463 \text{ A}$$

❖ Condições de queda de tensão

$$\Delta U \leq 7\% \times U_s$$

$$U_s = 230V$$

$$\Delta U = I_n \times \Delta U_{280\text{mm}^2} \times \ell$$

$$\Delta U \leq 7\% \times 230V$$

$$\ell = 15\text{m} = 0,015\text{km}$$

$$\Delta U = 454,66A \times 0,273 \text{ V/A} \times \text{km} \times 0,015\text{km}$$

$$\Delta U_{280\text{mm}^2} = 0,273 \text{ V/A} \times \text{km}$$

$$\Delta U = 1,862V$$

$$1,862V \leq 16,1V$$

Satisfaz a condição

❖ Condições de aquecimento

$$I_{\text{max}} \geq \frac{I_n}{\beta \cdot \gamma} \leftrightarrow 463A \geq \frac{454,66}{0,75 \cdot 0,95} \leftrightarrow 463A \geq 638,12A \quad \text{Não satisfaz a condição}$$

$$S_{\text{min}} = 480 \text{ mm}^2 \leftrightarrow I_{\text{max}} = 650A \leftrightarrow 650A \geq 638,12A \quad \text{Satisfaz a condição}$$

Tendo satisfeito todas condições necessária para a sua selecção, o alimentador do QGBT partindo do transformador de distribuição ter – se – a quatro monocondutores LVAV de secção 480mm².

3.2.3. Selecção dos cabos em torçada LXS

Para a selecção dos cabos em torçada LXS da rede foi dividida por ramais, conforme ilustrado em anexo, e em cada ramal estão distribuídos os consumidores e as respectivas potencias contratadas a concessionaria EDM, é demonstrado também o comprimento de cada troço do ramal em causa, sendo que a posterior e calculada a potencia que cada troço ira suportar e a respectiva corrente, que por via dessa corrente será seleccionado a secção do cabo e calculado a queda de tensão no ramal.

Os cálculos nos troços serão apresentados de forma a ilustrar:

❖ Coeficiente de simultaneidade

$$K_S = 0,2 + \frac{0,8}{\sqrt{n}}, \text{ onde: } n \text{ e o número dos consumidores no troço}$$

❖ Potência aparente do ramal

$$S_{\text{ramal}} = \left(n \times \frac{P_C}{\cos\phi} \right) \times K_S, \text{ (equação 3.2.3.1)}$$

Onde: P_C – potência activa contratada por consumidor;

K_S – Coeficiente de simultaneidade

- ❖ Corrente de serviço do ramal

$$I_{\text{ramal}} = \frac{S_{\text{ramal}}}{\sqrt{3} * U_{3\phi}}, \text{ (equação 3.2.3.2)}$$

- ❖ Queda de tensão do ramal

No critério de queda de tensão, esta não deve exceder 8% de queda de tensão segundo o R.S.S.P.T.S.

Verificou – se que para a saída 1 e 2 há necessidade de transferência do ramal S_{1B} – S_{1G} e o ramal S_{2D} – S_{2F} respectivamente para outro posto de transformação, pois a queda de tensão nestes ramais excedem os 8% regulamentados.

- ❖ Quedas de tensão na saída 1

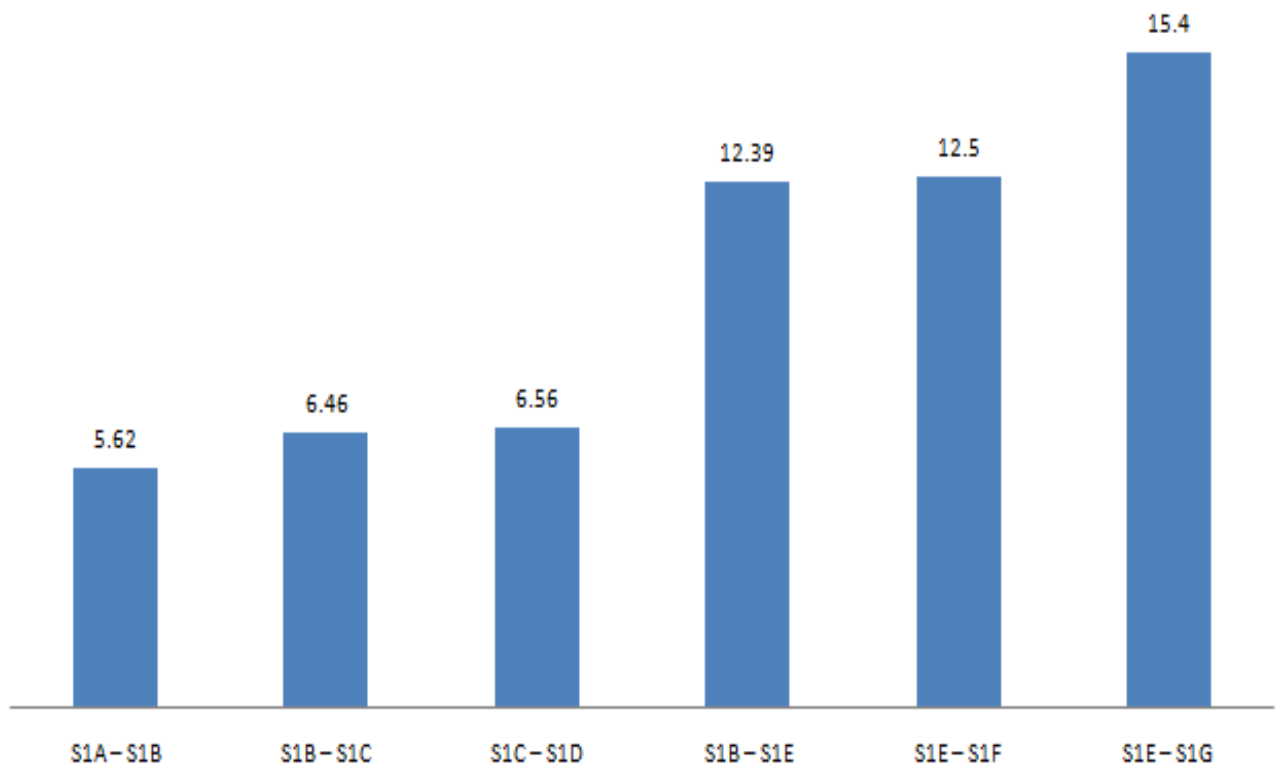


Gráfico 2: Queda de tensão em função dos troços da saída 1

Fonte: Autor

❖ Quedas de tensão na saída 2

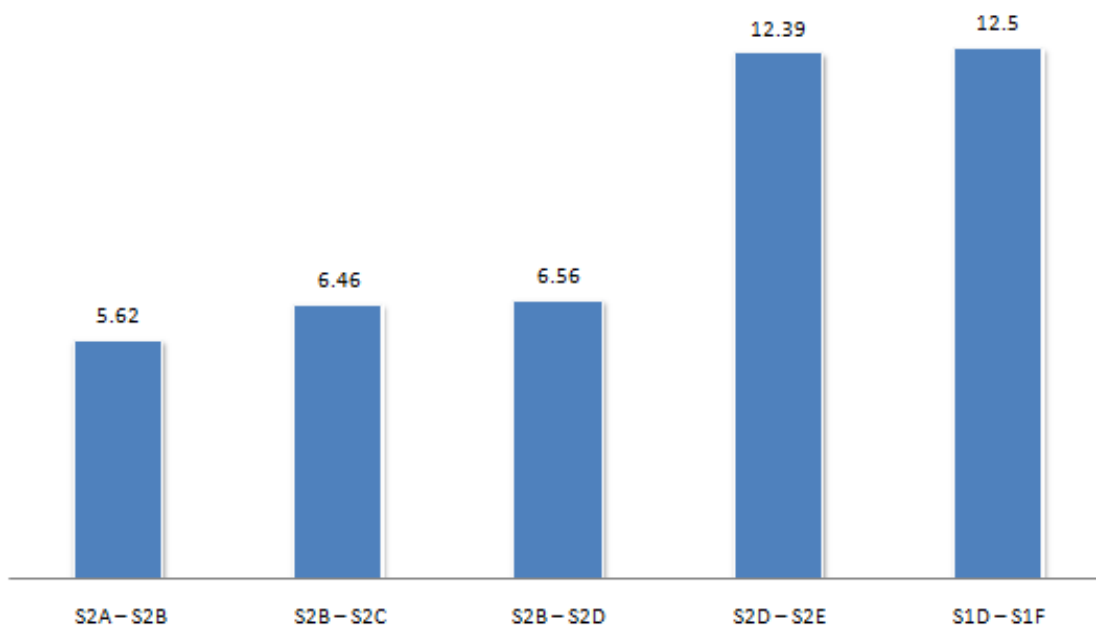


Gráfico 3: Queda de tensão em função dos troços da saída 2

Fonte: Autor

❖ Quedas de tensão na saída 3

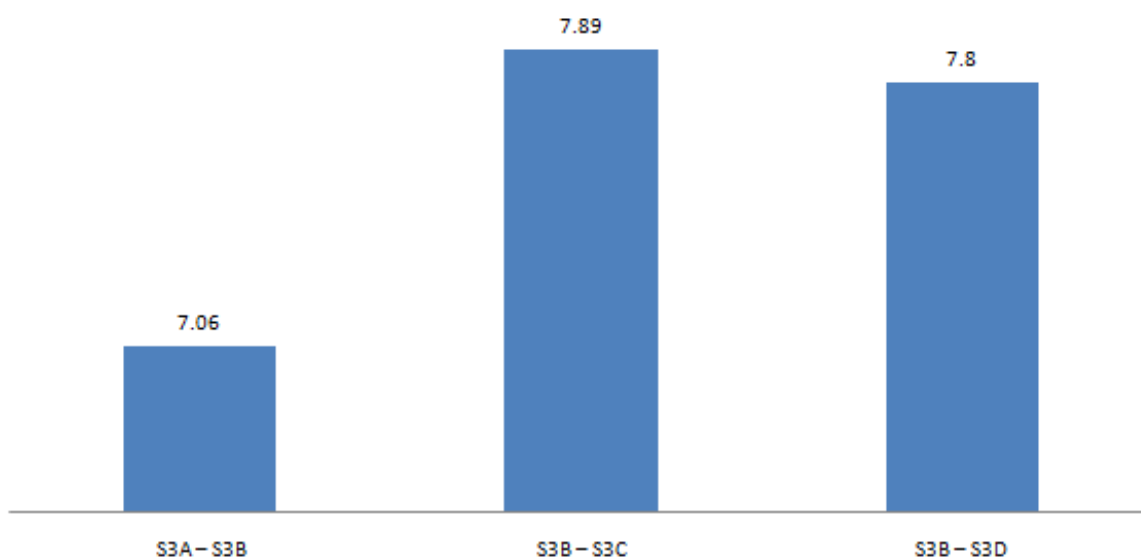


Gráfico 4: Queda de tensão em função dos troços da saída 3

Fonte: Autor

A selecção detalhada do cabo do ramal para a saída 1, 2 e 3 pode ser observado nas tabelas 1 – 1, 2 – 2 e 3 – 3 nos apêndices 1, 2 e 3 nas páginas A1.1, A2.2 e A3.3 respectivamente. E a configuração dos ramais em anexo 12, pagina A12.16.

3.3. Selecção das protecções

No cálculo das protecções têm de se ter presente dois aspectos muito importantes:

- ❖ Condição de aquecimento
- ❖ A protecção contra sobreintensidades

No QGBT segundo os cálculos tendo em consideração as condições de aquecimento do cabo e a protecção contra sobreintensidades, terá um disjuntor termomagnético de caixa moldada de 500A, para a saída 1, 2 e 3 fusíveis NH do tipo gG com intensidade nominal de 250A por cada fase. Sendo que, com base no carregamento verifica – se que há necessidade de fazer – se o equilibrou de fases ao longo da rede de baixa tensão, conforme nota – se na tabela 2.

3.3.1. Selecção do disjuntor tetrapolar em caixa moldada

- ❖ Protecção contra sobrecarga

$$I_s \leq I_n \leq I_z \text{ (equação 3.3.1.1)}$$

$$I_f \leq 1,45 I_z \text{ (equação 3.3.1.2)}$$

Dados	Fórmula / Resolução
$I_s = 454,66A$	$I_z = I_{max} * \beta * \gamma \quad 454,66A \leq \underline{500A} \leq 574,28A$
$S = 480mm^2$	$I_z = 650A * 0,95 * 0,93 \quad 650A \leq 1,45 * 574,28A$
$I_{max} = 650A$	$I_z = 574,28A \quad 650A \leq 832,7A$
$\beta = 0,95$	<u>satisfaz a condição</u>
$\gamma = 0,93$	

Para a protecção contra sobrecarga no transformador será usado um disjuntor de intensidade nominal de 500A, da marca schneider, segundo anexo 10, pagina A10.14.

3.3.2. Selecção dos fusíveis gG para o QGBT

- ❖ Condições de intensidade de serviço

$$I_s \leq I_n \leq I_z, \text{ (equação 3.3.2.1)}$$

$$I_f \leq 1,45 I_z, \text{ (equação 3.3.2.2)}$$

- ❖ Regra do poder de corte

Cálculo da resistência do condutor a jusante do QGBT

$$R_j = \rho * \frac{L_j}{S}, \text{ (equação 3.3.2.3)}$$

Cálculo da resistência do condutor a montante do QGBT

$$R_m = \rho * \frac{L_m}{S}, \text{ (equação 3.3.2.4)}$$

Resistência total do condutor

$$R_T = R_j + R_m, \text{ (equação 3.3.2.6)}$$

Cálculo da corrente de curto – circuito

$$I_{CC} = \frac{U_{1\phi}}{R_T}, \text{ (equação 3.3.2.6)}$$

Serão usados fusíveis de alto poder de corte, onde mais detalhes podem ser observados em anexo 7, página A7.11.

O tempo máximo de actuação será calculado pela equação abaixo:

$$\sqrt{t} = K * \frac{S_{cabo}}{I_{CC}}, \text{ (equação 3.3.2.7)}$$

Para verificar o fusível adequada – se ao tempo máximo de actuação em caso de curto – circuito do cabo será com base na curva de tempo de actuação do fusível em anexo 9, página A9.11.

3.4. Sistema de aterramento

O sistema de aterramento do posto de transformação 797 é composto por um solo do tipo lama, mas não cumpre com os regulamentos pois:

- ❖ Apenas esta instalada neste posto uma única malha de aterramento que desempenha a função de terra de protecção e serviço.
- ❖ Não tem um ponto de medição da resistência de terra;
- ❖ O condutor do sistema de aterramento conte conexões com condutor de alumínio feito por meio de ligadores paralelos de alumínio em detrimento do barramento amovível, o que prejudica a condutibilidade eléctrica no condutor.

3.4.1. Medição da resistência de aterramento

A realização dos procedimentos anteriores foi realizada com ajuda do Megger, de acordo com o circuito abaixo descrito:

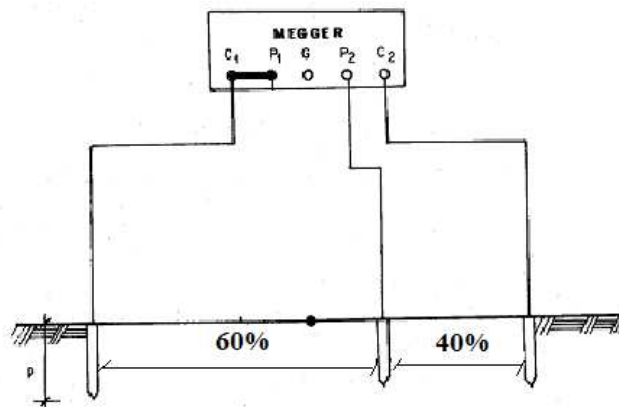


Figura 13: Medição da resistência de aterramento

Característica do Megger usado

Megger Digital TOPTRONIC

- ❖ Categoria T1820;
- ❖ Teste de frequência: 28 MHz;
- ❖ Tensão de circuito aberto: 42 V;
- ❖ Teste de corrente máxima: 10 mA;
- ❖ Bateria: 1,5 V.

Dados medidos

Espaçamento [m]	Ensaio		
	1	2	3
1	92,3 Ω	93,3 Ω	92,4 Ω
2	37,0 Ω	37,8 Ω	37,4 Ω
3	23,3 Ω	23,9 Ω	22,1 Ω
4	18,1 Ω	18,5 Ω	17,6 Ω

Tabela 4: Dados de resistência do sistema de terra do PT 797

Fonte: Autor



Figura 14: Medição de aterramento com espaçamento 1

Fonte: Posto de transformação número 797



Figura 15: Medição de aterramento com espaçamento 2

Fonte: Posto de transformação número 797



Figura 16: Medição de aterramento com espaçamento 3

Fonte: Posto de transformação número 797



Figura 17: Medição de aterramento com espaçamento 4

Fonte: Posto de transformação número 797

3.4.2. Estratificação do solo

Dados calculados

Espaçamento [m]	Ensaio		
	1	2	3
1	92,3 Ωm	93,3 Ωm	92,4 Ωm
2	74,0 Ωm	75,6 Ωm	74,8 Ωm
3	69,9 Ωm	71,7 Ωm	66,3 Ωm
4	72,4 Ωm	74,0Ωm	70,4 Ωm

Tabela 5: Cálculo da resistividade

Fonte: Autor

Espaçamento [m]	Resistividade média [Ωm]	Desvios relativos de resistividade [%]		
		1	2	3
1	92,7	0,40	0,68	0,29
2	74,8	1,07	1,07	0,00
3	69,31	2,20	4,41	6,61
4	72,27	0,18	2,40	2,58

Tabela 6: Cálculo da resistividade média e dos desvios relativos de resistividade

Fonte: Autor

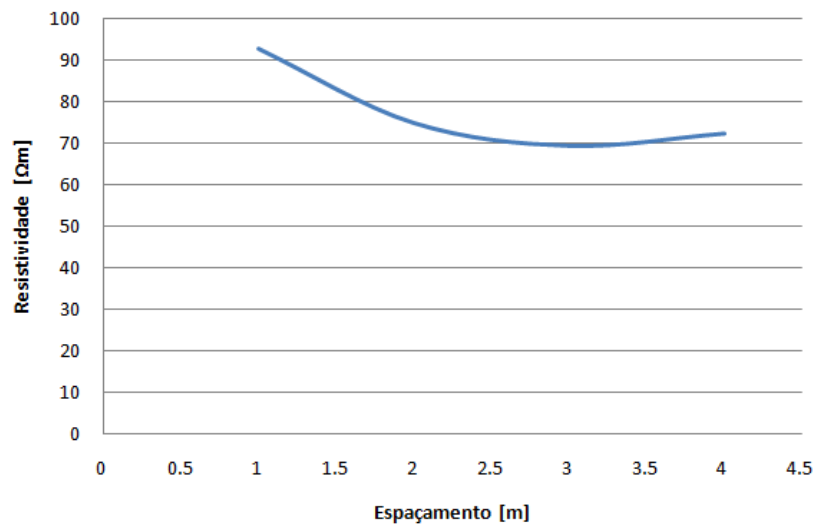


Figura 18: Curva $\rho(a)$ x a

Fonte: Autor

Prolongando a curva obtêm – se:

$$\rho_1 = 100 \Omega\text{m}$$

para:

$$a_1 = 1,5\text{m}$$

$$a_2 = 2\text{m}$$

$$\rho(a_1) = 80 \Omega\text{m}$$

$$\rho(a_2) = 70 \Omega\text{m}$$

$$\frac{\rho(a_1)}{\rho} = \frac{80 \Omega\text{m}}{100 \Omega\text{m}} = 0,8$$

$$\frac{\rho(a_2)}{\rho} = \frac{70 \Omega\text{m}}{100 \Omega\text{m}} = 0,7$$

$a_1 = 1,5m$ $\frac{\rho(a_1)}{\rho} = 0,8$		
K	$\frac{h}{a}$	h_1
- 0,1	-	-
- 0,2	0,48	0,72
- 0,3	0,66	0,99
- 0,4	0,81	1,22
- 0,5	0,95	1,43
- 0,6	1,00	1,50
- 0,7	1,09	1,64
- 0,8	1,17	1,76
- 0,9	1,22	1,83
- 1,0	1,23	1,85

$a_2 = 2m$ $\frac{\rho(a_2)}{\rho} = 0,7$		
k	$\frac{h}{a}$	h_2
- 0,1	-	-
- 0,2	0,21	0,42
- 0,3	0,47	0,94
- 0,4	0,6	1,20
- 0,5	0,7	1,40
- 0,6	0,8	1,60
- 0,7	0,87	1,74
- 0,8	0,93	1,86
- 0,9	1,00	2,00
- 1,0	1,05	2,10

A leitura dos $\frac{h}{a}$ foram lidos com base nas curvas teóricas dos K negativos que encontram – se em anexo 8, na figura 8 – 12, página A8.12.

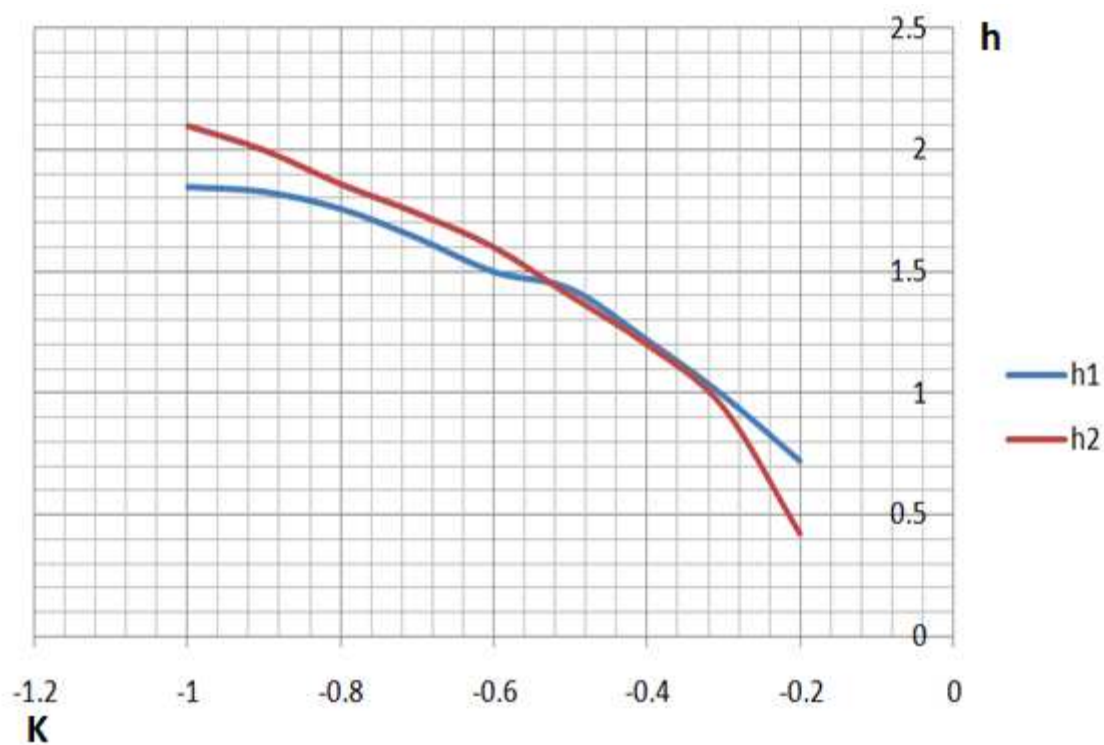


Figura 19: Curva K x h

Fonte: Autor

A intersecção ocorre no ponto: $K = - 0,52$ e $h = 1,45\text{m}$

$$K = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 + \rho_1}, \text{ (equação 3.4.2.1)}$$

$$K = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 + \rho_1} \leftrightarrow \rho_2 = \rho_1 * \frac{K + 1}{1 - K} \leftrightarrow \rho_2 = 100 * \frac{-0,52 + 1}{1 + 0,52}$$

$$\rho_2 = 31,58 \Omega\text{m}$$

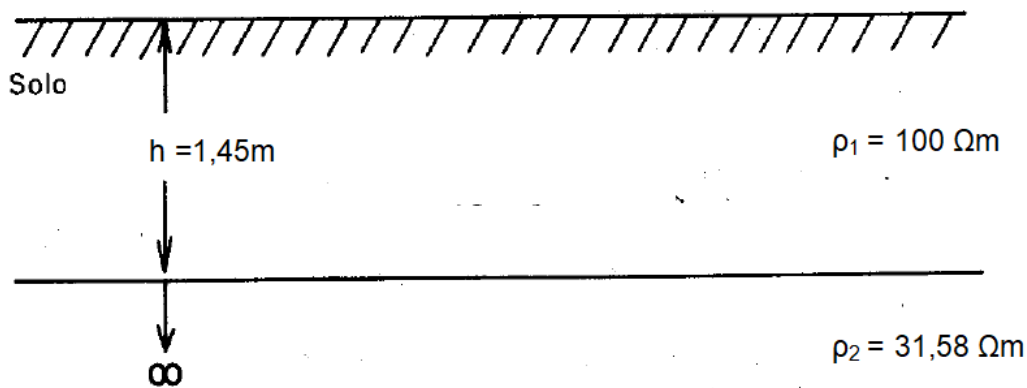


Figura 20: Estratificação do solo do PT 797

Fonte: Autor

3.4.3. Cálculo do número de hastes

As hastes serão enterradas à uma profundidade de 0,2m devido a regidez do solo, onde tem uma resistividade aparente de $100\Omega\text{m}$. Serão usadas hastes de terra com as seguintes dimensões com comprimento 2m, diâmetro $\frac{1}{2}$ " o que equivale a $2,54 \cdot 10^{-2}$ e igualmente espaçadas linearmente entre si numa distancia de 3m. Sendo assim para cada haste espera – se que tenha uma resistência de:

$$R_{1haste} = \frac{\rho_a}{2\pi L} \ln\left(\frac{4L}{d}\right), \text{ (equação 3.4.3.1)}$$

$$R_{1haste} = \frac{\rho_a}{2\pi L} \ln\left(\frac{4L}{d}\right) = \frac{\rho_a}{2\pi * 2} \ln\left(\frac{4 * 2}{2,54 * 10^{-2}}\right) = 0,458\rho_a = 45,8\Omega$$

- ❖ Cálculo de hastes para uma resistência máxima de 10Ω para terra de serviço

$$R_{eq} \leq 10\Omega$$

$$R_{eq} = K \cdot R_{1haste}, \text{ (equação 3.4.3.2)}$$

$$R_{eq} = K \cdot R_{1haste} \leq 10\Omega$$

$$K = \frac{R_{eq}}{R_{1haste}} = \frac{10}{45,8} = 0,218$$

Segundo a tabela de hastes paralelas em anexo 15, página A15.15, devem ser enterradas seis hastes.

- ❖ Cálculo de hastes para uma resistência máxima de 20Ω para terra de protecção

$$R_{eq} \leq 20\Omega$$

$$R_{eq} = K \cdot R_{1haste} \leq 20\Omega$$

$$K = \frac{R_{eq}}{R_{1haste}} = \frac{20}{45,8} = 0,437$$

Segundo a tabela de hastes paralelas em anexo 15, página A15.15, devem ser enterradas três hastes.



Figura 21: Conexão no condutor do sistema de aterramento

Fonte: Posto de Transformação 797

No âmbito do melhoramento será feito a separação do sistema de aterramento seguindo o regulamento da seguinte forma:

Terra de Serviço – a terra de serviço será ligada com o neutro do secundário do transformador, essa ligação será a partir do quadro geral de baixa tensão através de um ligador Amovível usando um condutor de cobre de 35mm^2 .

Terra de Protecção – a terra de protecção liga se nas massas de aparelhagem de alta tensão, assim como todas as partes metálicas de suporte e fixação da aparelhagem incluindo a cuba do transformador e o invólucro metálico do quadro de baixa tensão usando um condutor de cobre de 35mm^2 .

Terra dos Pára-raios – a terra dos pára-raios deverá ser ligada somente nas partes condutoras dos pára-raios, não havendo possibilidade de se executar uma terra própria para os pára-raios. Estes também serão ligados á terra de protecção. A ligação dos pára-raios deve fazer - se directamente ao condutor principal da terra, e não por intermédio de qualquer outra massa metálica.

Condutor de terra – será utilizado cabo de cobre nu de 35mm^2 de secção até ao ligador amovível situado na base do pórtico e condutor de 35mm^2 de secção deste até ao eléctrodo de terra no interior do solo.

Ao circuito da terra de serviço de baixa tensão será ligado o neutro do transformador de potência. Este circuito será ligado, através de um ligador amovível, de secção de 35mm^2 . E serão feitos melhoramentos das conexões deste sistema.

3.5. Resumo das propostas de melhoramento do PT 797

Para o melhoramento do posto de transformação número 797 do bairro Tedeco garantindo assim melhoria dos indicadores de continuidade como duração média das interrupções do sistema (SAIDI) e frequência média de interrupções do sistema (SAIFI) há necessidade de uma serie de mudanças no sistema que serão mediante a normas e regulamentos electrotécnicos podendo assim destacar o seguinte:

a) Condutores

Tendo satisfeito todas condições necessária para a sua selecção, no lado do primário ou seja, media tensão ter – se – a três condutores de secção 20mm^2 do tipo AAAC por fase.

Tendo satisfeito todas condições necessária para a sua selecção, o alimentador do QGBT partindo do transformador de distribuição ter – se – a quatro mono condutores LVAV de secção 480mm^2 .

Para os cabos de saída verificou – se que os consumidores da saída 1 e 3, partindo do ponto B ate o G e D ate E deve – se alimentar de outro posto de transformação pois a queda de tensão nesse troco e de 12% e 9% respectivamente o que excede o limite de 8% tendo desse modo uma tensão eléctrica sem a qualidade normalizada, sendo assim há necessidade de alimentar esse troço a partir de outro posto de transformação, onde mais detalhes podem ser observados na configuração dos ramais em anexo 12 página A12.16.

b) Transformador

Para suprir a demanda de potência no bairro Tedeco há necessidade de substituição do transformador da marca ABB ora instalado de potência nominal 200KVA por um transformador de 315KVA, este transformador funcionará em cerca de 85% da sua capacidade nominal em momentos de pico. Onde mais detalhes do transformador seleccionado em anexo 11 página A11.15.

c) Protecção

Devido ao aumento da potência do transformador de 200KVA para 315KVA. No lado do primário do transformador este terá como protecção contra sobretensão no seu primário três para – raios de tensão nominal 33kV e como protecção contra sobreintensidades três chaves de fusível indicadora unipolar com elo fusível de 6A do

tipo K. do lado secundário do transformador foi seleccionado um disjuntor tetrapolar em caixa moldada schneider de 500A sendo que mais detalhes podem ser observados em anexo 11 na página A11.15.

Os cabos das saídas 1, 2 e 3 serão protegidos por fusíveis da marca hager do tipo gG de 250A, sendo detalhado em anexo 7 página A7.11.

d) Sistema de aterramento

O solo do bairro Tedeco é do tipo lama, conforme a estratificação do solo pelo método de duas camadas verificou – se que na primeira camada o solo tem uma resistividade de $100\Omega\text{m}$ até a profundidade de cerca de 1,5m resultados estes obtidos após medição da resistência. Será instalado a terra de serviço que será conectado no neutro do transformador e a terra de protecção que será conectada a todas partes metálicas da estrutura do pórtico e nos para – raios. O sistema de aterramento será TT e hastes de terra com as seguintes dimensões com comprimento 2m, diâmetro $\frac{1}{2}$ " e igualmente espaçadas linearmente entre si numa distancia de 3m, sendo que o sistema de terra de protecção será constituído por 6 hastes e o sistema de terra de protecção 3 hastes de modo a garantir um mínimo de 10Ω e 20Ω de resistência respectivamente.

e) Estrutura do posto de transformação

O tipo de posto de transformação escolhido é do tipo M2, porque de um ponto de vista técnico é o mais recomendado devido a sua potência (315KVA) superior a 100KVA, que será alojado sobre uma base de alvenaria por causa do seu peso, sendo mais detalhes podem ser observados no anexo 13 na pagina A13.17.

3.6. Estimativa de custo do projecto

3.6.1. Custo dos Materiais

Item	Designação	Unidade	Quantidade	Preço [MZN]	
				Unitário	Total
1	Cabo LXS 4X25+16mm	m	300	160	48000
2	Cabo LXS 4X50+16mm	m	500	320	160000
3	Cabo LXS 4X70+16mm	m	1000	350	350000
4	Cabo LXS 4X95+16mm	m	500	390	195000
5	Caixa de ligadores PC3	un	3	4590	13770
6	Chave de fusível indicadora unipolar	un	3	7000	21000
7	Condutor nu AAAC 20mm	m	1000	72	72000
8	Condutor nu de cobre 35mm	m	35	105	3675
9	Eléctrodo de terra 2m, $\frac{1''}{2}$	un	5	402	2010
10	Espia completa MT	un	12	3600	43200
11	Ganchos roscados M16	un	16	120	1920
12	Ganchos roscados M20	un	12	160	1920
13	Isoladores de eixo	un	28	1600	44800
14	Isoladores STV 33kV	un	45	1800	81000
15	Ligadores para terra	un	8	165	1320
16	Ligadores paralelos Al 95mm	un	18	160	2880
17	Para - raios 33kV	un	3	9000	27000
18	Pinça de amarração	un	16	900	14400
19	Pinça de suspensão	un	12	700	8400

20	Poste de madeira	un	16	9500	152000
21	Pregos galvanizados	kg	3	120	360
22	QGBT	un	1	115000	115000
23	Terminais bimetálicos	un	14	115	1610
24	Terminais de cobre 35mm	un	16	85	1360
25	Transformador de distribuição 315KVA, 33KV/0,4KV	un	1	1158000	1158000
26	Unões para terra	un	4	262	1048
SUB – TOTAL					2 521 271

Tabela 7: Levantamento de preços

Fonte: Autor

3.6.2. Orçamento

	Valor [MZN]
SUB – TOTAL	2 521 271,0
Mão – de – obra (20% do Sub – total)	504 254,2
Imprevistos (5% de Sub – total)	126 063,55
Custos indiretos (7% de Sub – total)	176 488,97
Transporte (5% de Sub – total)	126 063,55
Custo total do projecto	932 870,27

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

4.1. Conclusão

No presente projecto de melhoramento do posto de transformação do bairro Tedeco com a sua implementação será garantida a qualidade e o contínuo fornecimento de energia eléctrica aos consumidores que é uma das prioridades da concessionária Electricidade de Moçambique pois seguiu – se de forma a garantir o cumprimento dos regulamentos melhorando de forma significativa o posto de transformação. Resolvendo deste modo inúmeros defeitos ou falhas que poderiam ocorrer neste Posto de Transformação.

4.2. Recomendações

Tendo em conta a longevidade e vida útil dos equipamentos dessa instalação e a segurança dos consumidores assim como dos electrodomésticos recomendo o seguinte:

Antes de se fazer alguma manutenção na instalação é importante que se faça a observação visual do estado da instalação. Termo visão sobre todas as ligações eléctricas existentes.

Para fazer a manobra na PT deve – se desligar primeiro o quadro de baixa tensão, arreando o disjuntor de baixa tensão de seguida interrompe-se a alimentação ao transformador, desconectando a chave fusível indicadora unipolar usando a vara de manobra, depois faz – se a descarga das correntes parasitas no transformador, em seguida podemos fazer a manutenção do mesmo. E para realimentar posto de transformação, alimenta – se o transformador e em seguida o quadro de baixa tensão reanimando o disjuntor de baixa tensão.

Manter o quadro de baixa tensão sempre fechado e sempre vedado para evitar a entrada de pessoas não autorizadas. Garantir que seja cumprido na integra o plano de manutenção do posto de transformação.

As medições dos eléctrodos de terra deverão ser verificadas uma vez por ano e não devem exceder os 20Ω para a terra de protecção e os 10Ω para a terra de serviço.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Cotrim, Ademaro A. M. B., 2003 – Instalações Elétricas, 4ª edição; revisão e adaptação técnica em conformidade com a NBR 5410: Geraldo Kindermann – São Paulo: Pearson Prentice Hall editora.
- [2] Creder, Hélio e Costa, Luís Sebastião – Instalações Elétricas, 16ª edição, LTC — Livros Técnicos e Científicos Editora
- [3] https://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=179606, acesso à 18 de Abril de 2022
- [4] https://web.fe.up.pt/~jsaraiva/Textos/Dim_V12_P2_novo.pdf, acesso à 18 de Abril de 2022
- [5] https://ww.voltimum.pt/sites/www.voltimum.pt/files/pdflibrary/proj_inst_electricas.pdf, acesso à 19 de Abril de 2022
- [6] Kindermann, Geraldo e Campagnolo, Jorge Mário, 1995 – Aterramento Eléctrico, 4ª edição, Sagra – D.C. Luzzato Editores
- [7] Mamede Filho, João – Instalações Elétricas Industriais, 7ª edição, LTC — Livros Técnicos e Científicos Editora
- [8] Mamede Filho, João, 2013 – Manual de equipamentos elétricos, 4ª edição, Rio de Janeiro, LTC — Livros Técnicos e Científicos Editora
- [9] Regulamento de Segurança de Linhas Eléctricas de Alta Tensão (R.S.L.E.A.T.);
- [10] Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Eléctricas em Baixa Tensão (R.S.R.D.E.E.B.T.)
- [11] Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e de Seccionamento (R.S.S.P.T.S.);
- [12] Seabra, Frederico Olavo, 2018 - Dimensionamento da Rede de Baixa Tensão e Estudo da Iluminação Pública de um Loteamento Industrial, Coimbra, ISEC.

APÊNDICES

APÊNDICE 1

Tabela 1 – 1: Selecção do cabo LXS para saída 1

Ramal	N - P _C [kW]	L [km]	K _S	S _{ramal} [kVA]	I _{ramal} [A]	Cabo [mm ²]	ΔU _{cabo} [V/A * km]	ΔU [%]
S _{1A} – S _{1B}	21 – 1,1 3 – 3,3	0,24	0,363	129,01	186,2	4x70+16	0,871	5,62
S _{1B} – S _{1C}	12 – 1,1 8 – 3,3	0,20	0,379	9,067	13,09	4x25+16	2,23	6,46
S _{1C} – S _{1D}	6 – 1,1 1 – 3,3 1 – 9,9	0,08	0,341	2,813	4,06	4x25+16	2,23	6,56
S _{1B} – S _{1E}	9 – 1,1 6 – 3,3 12 – 9,9 5 – 13,2	0,32	0,483	116,75	168,44	4x70+16	0,871	12,39
S _{1E} – S _{1F}	1 – 3,3 3 – 6,6	0,04	0,6	5,775	8,335	4x25+16	2,23	12,5
S _{1E} – S _{1G}	7 – 3,3 4 – 6,6 5 – 13,2	0,16	0,4	41,25	58,53	4x25+16	2,23	15,4

Fonte: Autor

APÊNDICE 2

Tabela 2 – 2: Selecção do cabo LXS para saída 2

Ramal	N - P _C [kW]	L [km]	K _S	S _{ramal} [kVA]	I _{ramal} [A]	Cabo [mm ²]	ΔU _{cabo} [V/A * km]	ΔU [%]
S _{2A} – S _{2B}	5 – 1,1 5 – 3,3 2 – 6,6 4 – 13,2	0,160	0,4	134,69	194,4	4x95+25	0,649	5,05
S _{2B} – S _{2C}	3 – 1,1 1 – 13,2	0,040	0,6	10,725	15,48	4x25+16	2,23	5,84
S _{2B} – S _{2D}	6 – 3,3 2 – 9,9 9 – 13,2	0,160	0,4	91,695	132,35	4x50+16	1,22	8,78
S _{2D} – S _{2E}	5 – 1,1 4 – 6,6 3 – 9,9	0,120	0,43	11,037	15,93	4x25+16	2,23	9,4
S _{1D} – S _{1F}	2 – 3,3 6 – 6,6 5 – 13,2	0,040	0,41	14,658	21,16	4x25+16	2,23	9,05

Fonte: Autor

APÊNDICE 3

Tabela 3 – 3: Selecção do cabo LXS para saída 3

Ramal	N - P _C [kW]	L [km]	K _S	S _{ramal} [kVA]	I _{ramal} [A]	Cabo [mm ²]	$\Delta U_{\text{cabo}} \left[\frac{\text{V}}{\text{A} * \text{km}} \right]$	ΔU [%]
S _{3A} – S _{3B}	6 – 1,1 8 – 3,3 9 – 9,9 8 – 13,2	0,320	0,341	121,59	175,5	4x70+16	0,871	7,06
S _{3B} – S _{3C}	4 – 1,1 2 – 6,6 5 – 13,2 1 – 19,8	0,080	0,43	49,27	71,12	4x25+16	2,23	7,89
S _{3B} – S _{3D}	6 – 1,1 1 – 3,3 1 – 13,2	0,160	0,483	9,962	14,38	4x25+16	2,23	7,8

Fonte: Autor

APÊNDICE 4

Tabela 4 – 4: Selecção dos fusíveis por saída no QGBT

	I_s [A]	Secção [mm ²]	L_j [m]	L_m [m]	I_z [A]	R_j [Ω]	R_m [Ω]	R_T [Ω]	I_{cc} [kA]	I_N [A]	Poder de corte [kA]
Saída 1	186,2	70	0,9	560	460	$3,62 \cdot 10^{-9}$	$175,47 \cdot 10^{-6}$	$175,5 \cdot 10^{-6}$	111,08	250	120
Saída 2	194,4	95	0,85	320	600	$2,52 \cdot 10^{-9}$	$106,16 \cdot 10^{-6}$	$106,2 \cdot 10^{-6}$	116,63	250	120
Saída 3	175,5	70	0,8	360	460	$3,22 \cdot 10^{-9}$	$126,9 \cdot 10^{-6}$	$126,9 \cdot 10^{-6}$	101,24	250	120
IP	5,09	16	0,9	1240	32	$3,62 \cdot 10^{-9}$	$1723,34 \cdot 10^{-6}$	$1723,34 \cdot 10^{-6}$	0,12	25	5

Fonte: Autor

APÊNDICE 5

Tabela 5 – 5: Plano de Manutenção do Posto de Transformação 797

Elementos	M. Diária	M. Semanal	M. Mensal	M. Anual
Travessa			Observação visual	
QGBT			Observação visual Verificar o carregamento se enquadra nos parâmetros do seu dimensionamento e no calibre das protecções;	Verificar pintura e oxidação; Verificação e ensaios dos sistemas de protecção; Efectuar reaperto geral; Ajustar dispositivos de comando dos disjuntores;
Transformador				Substituição da sílica gel; Verificar vazamento nas buchas no primário e secundário; limpeza das buchas e isoladores; Análise físico química do óleo do transformador de potência; Reposição do nível do óleo do transformador de potência
Sistema de aterramento				Medição das resistências de terra do posto de transformação com recurso à montagem de eléctrodos auxiliares; verificar todas as conexões
Descarregadores de sobretensão			Observação visual	
Cabo de BT				Observação visual do desgaste do isolamento

Fonte: Autor

ANEXOS

ANEXO 1

Tabela 1 – 1: Escolha de elos fusíveis K e H

TABELA 2.3 Escolha de elos fusíveis <i>K</i> e <i>H</i>								
Potência do transformador kVA	2,3 kV	3,8 kV	6,6 kV	11,4 kV	13,8 kV	22 kV	25 kV	34,5 kV
Transformadores monofásicos								
5	3H	2H	2H	1H	1H	-	-	-
7,5	5H	3H	2H	1H	1H	-	-	-
10	6K	5H	3H ^a	2H	1H ^a	1H	1H	-
15	8K	6K	3H ^a	2H	2H	1H	1H	-
25	10K	8K ^a	5H	3H ^a	3H	1H ^a	2H	-
Transformadores trifásicos								
5	2H	2H	1H	-	-	-	-	-
10	5H	3H	1H ^a	1H	1H	-	-	-
15	6K	5H	1H ^a	2H	1H	1H	1H	-
25	8K	6K	3H ^a	2H	1H	1H	1H	1H
30	8K	6K	3H ^a	3H	2H	1H ^a	1H	1H
37,5	10K	6K	5H	3H	3H	1H ^a	2H	1H
45	12K	8K	5H ^a	5H	3H	1H ^a	2H	1H
50	15K	8K ^a	6K	5H	3H	2H	2H	1H
75	20K	12K	8K	6K	5H	3H	3H	2H
100	25K	15K	10K	6K	6K	5H	5H	2H
112,5	30K	20K	10K ^a	6K	6K	5H	5H	2H
150	40K	25K	15K	8K ^a	8K	5H ^a	6K	3H
200	50K ^a	30K	20K	12K	10K	6K	6K	5H
225	65K	40K	20K ^a	12K	10K ^a	6K	6K	5H
250	65K	40K	25K	15K	12K	8K	8K	5H
315	80K	50K	30K	15K	15K	10K	8K	6K
400	100K	65K	40K	20K	20K	12K	10K	8K
500	140K	80K	50K	25K	25K	15K	12K	10K
600	200K	100K	65K	30K	30K	20K	15K	12K

Fonte: João Mamede Filho, 4ª edição.

ANEXO 2

Tabela 2 – 7: Correntes máximas admissíveis em condutores nus, de alumínio

Quadro 2.2
Intensidades máximas de corrente permanente admissíveis em condutores nus, de alumínio
(ARTIGO 11)

Secção nominal [mm ²]	Intensidade de corrente máxima admissível [A]
20	111
25	125
40	175
60	227
85	284
110	336
160	432

Nota.- Estes valores são válidos para temperatura ambiente de 20° C.

Fonte: Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em Baixa Tensão - Decreto-Lei n.º 422/75, de 11 de Agosto

ANEXO 3

Tabela 3 – 8: Dimensões dos eléctrodos de terra

Quadro 6.1
Dimensões dos eléctrodos de terra
(ARTIGO 149)

Tipo de eléctrodos		Materia do condutor	Superfície de contacto com a terra	Espessura [mm]	Diâmetro exterior [m]	Comprimento [m]	Dimensão transversal [mm]	Secção [mm ²]	Diâmetro dos fios componentes [mm]
Chapas.....		Cobre.....	1	2	-	-	-	-	-
		aço galvanizado	1	3	-	-	-	-	-
Varticais	Varetas	Cobre ou aço revestido de cobre	-	-	15	2	-	-	-
		Aço galvanizado	-	-	15	2	-	-	-
	Tubos	Cobre	-	2	20	2	-	-	-
		-	2,5	25	2	-	-	-
	Perfilados	Aço galvanizado	-	3	-	2	60		
Horizontais	Cabos nus	Cobre	-	-	-	-	-	25	1,8
		Aço galvanizado	-	-	-	-	-	100	1,8
	Fitas	Cobre	-	2	-	-	-	25	-
		Aço galvanizado	-	3	-	-	-	100	-
	Varões	Cobre	-	-	-	-	-	-	-
		Aço galvanizado	-	-	10	-	-	-	-

Fonte: Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em Baixa Tensão - Decreto-Lei n.º 422/75, de 11 de Agosto

ANEXO 4

Tabela 4 – 8: Quedas de tensões máximas admissíveis

QUADRO 520

Quedas de tensão máximas admissíveis

Utilização	Iluminação	Outros usos
A - Instalações alimentadas directamente a partir de uma rede de distribuição (pública) em baixa tensão	3 %	5 %
B - Instalações alimentadas a partir de um Posto de Transformação MT/BT ⁽¹⁾	6 %	8 %

(1) - Sempre que possível, as quedas de tensão nos circuitos finais não devem exceder os valores indicados para a situação A. As quedas de tensão devem ser determinadas a partir das potências absorvidas pelos aparelhos de utilização com os factores de simultaneidade respectivos ou, na falta destes, das correntes de serviço de cada circuito.

Fonte: RTIEBT, pp 293

Tabela 5 – 8: Factores de correcção em função das temperaturas ambientes

[E] QUADRO 52-D1

Factores de correcção em função das temperaturas ambientes
para canalizações instaladas ao ar

(a aplicar aos valores das correntes indicadas nos Quadros 52-C1 a 52-C14)

Temperatura ambiente (°C)	Isolamento			
	PVC	XLPE/EPR	Mineral(*)	
			(a)	(b)
10	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00	1,00
35	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,76	0,88
50	0,71	0,82	0,67	0,84
55	0,61	0,76	0,57	0,80
60	0,50	0,71	0,45	0,75
65	-	0,65	-	0,70
70	-	0,58	-	0,65
75	-	0,50	-	0,60
80	-	0,41	-	0,54
85	-	-	-	0,47
90	-	-	-	0,40
95	-	-	-	0,32

() Para temperaturas ambientes superiores, consultar os fabricantes.
(a) - Cabos com bainha em PVC ou cabos nus e acessíveis (70 °C).
(b) - Cabos nus e inacessíveis (105 °C).*

Fonte: RTIEBT, pp 419

ANEXO 5

Tabela 5 – 9: Características Eléctricas e Dimensionais do cabo LVV, LSVV, LVAV

Seção Nominal mm ²	1 Condutor (1)							2 Condutores (2)						3 e 4 Condutores (3)			3 Condutores				4 Condutores				
	Intensidade		Queda de Tensão cos φ = 0,8 (4) ΔU = V/A.km	Ø Exterior Aprox. mm		Peso Aprox. kg/km		Intensidade		ΔU	Ø		Peso		ΔU	Ø	Peso		Ø	Peso					
	Instalação Subterrânea θ = 20°C	Instalação ao Ar θ = 30°C		θ = 20°C	θ = 30°C	I	II	I	II		θ = 20°C	θ = 30°C	I	II			I	II		I	II	I	II		
	A	A	A	A	I	II	I	II	A	A	I	II	I	II	A	A	I	II	I	II	I	II			
16	110	80	3.300	10.1	12.8	140	250	95	67	3.760	13.7	17.6	240	540	90	62	3.280	15.8	21.7	330	780	17.6	22.7	420	880
25	145	102	2.110	11.7	14.6	190	310	125	89	2.390	16.0	19.8	340	690	110	80	2.090	18.6	24.6	470	1000	20.9	26.0	600	1150
35	180	129	1.550	12.7	16.6	230	500	150	107	1.750	17.5	22.6	420	870	130	93	1.530	20.4	25.5	580	1100	23.4	28.1	770	1350
50	210	151	1.180	14.4	18.3	300	610	175	129	1.310	20.0	25.1	550	1050	150	107	1.150	23.7	28.6	780	1350	27.0	31.8	1000	1650
70	275	196	0.834	15.9	19.8	380	720	225	160	0.927	22.5	27.2	710	1250	195	138	0.821	26.4	31.1	1000	1650	29.8	37.1	1300	2500
95	330	236	0.626	18.6	23.3	480	900	270	191	0.687	27.0	32.1	970	1650	235	169	0.614	31.4	38.8	1350	2600	36.7	43.4	1650	3000
120	390	276	0.512	20.2	24.9	570	1050	305	218	0.558	29.0	34.8	1150	1900	270	191	0.502	34.7	41.7	1600	3000	39.6	47.8	2000	3600
150	440	311	0.432	22.0	27.1	660	1250	350	249	0.467	31.9	39.3	1400	2600	310	222	0.424	38.4	46.2	2000	3500	44.6	52.0	2350	4050
185	505	360	0.363	24.6	29.3	850	1450	390	276	0.387	35.4	43.2	1700	3100	355	254	0.354	42.1	50.5	2400	4200	49.0	57.6	2900	5000
240	590	423	0.296	27.4	32.1	1050	1700	455	325	0.312	39.5	47.8	2150	3800	410	294	0.288	47.8	56.8	3100	5100	55.5	64.1	3800	6100
280	640	463	0.273	28.3	33.0	1250	1900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300	685	490	0.253	30.1	36.4	1300	2100	510	365	0.263	44.2	52.6	2700	4500	470	334	0.245	52.6	61.4	3800	6000	61.0	70.2	4600	7200
380	780	561	0.219	31.9	39.1	1580	2800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	810	583	0.215	33.9	40.5	1650	2900	610	436	0.236	49.6	58.4	3300	5400	560	401	0.204	60.2	68.9	4900	7400	69.5	78.5	5800	8700
480	910	650	0.190	35.5	42.3	2000	3300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	935	668	0.185	37.2	44.0	2000	3400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
600	1050	748	0.169	38.4	45.2	2350	3800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	1080	774	0.161	42.5	50.3	2500	4200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
740	1190	854	0.149	42.0	49.8	2850	4500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Catálogo Solidal Condutores eléctrico

Tabela 6 – 9: Factor de correcção para cabos aéreos em função da distância

Distância entre cabos	Número de cabos	
	até 3	4 a 6
Inferior ao diâmetro	0.80	0.75
Igual ou superior ao diâmetro	0.95	0.90

Factores de correcção da intensidade de corrente máxima admissível para cabos instalados ao ar em função da distância entre cabos.

ANEXO 6

Tabela 6 – 10: Características Eléctricas e Dimensionais dos cabos torçada LXS

Secção nominal mm ²	Espessura Nominal da Isolação mm	Diâmetro Aparente mm	Peso Aproximado Kg/Km	Força de Ruptura por Condutor de Fase N	Intensidade		Intensidade Curto-Circuito Admissível durante 1s kA	Queda de Tensão cos φ = 0,8 V/A.km
					30°C	40°C		
					A	A		
2X16	1,2	13,0	143	1900	93	85	1,39	4,030
4X16	1,2	17,0	285	1900	82	75	1,39	3,490
4X16+16	1,2	18,4	355	1900	82	75	1,39	3,490
4X25	1,4	20,4	440	3000	109	100	2,16	2,230
4X25+16	1,4	21,0	510	3000	109	100	2,16	2,230
4X25+2X16	1,4	22,5	580	3000	109	100	2,16	2,230
4X35	1,6	23,2	575	4200	131	120	3,05	1,630
4X35+16	1,6	26,0	645	4200	131	120	3,05	1,630
4X35+2X16	1,6	26,7	715	4200	131	120	3,05	1,630
4X50	1,6	28,3	780	6000	163	150	4,35	1,220
4X50+16	1,6	29,5	850	6000	163	150	4,35	1,220
4X50+2X16	1,6	29,5	920	6000	163	150	4,35	1,220
4X70	1,8	34,0	1110	8400	207	190	6,09	0,871
4X70+16	1,8	34,7	1180	8400	207	190	6,09	0,871
4X70+2X16	1,8	34,7	1250	8400	207	190	6,09	0,871
4X95	1,8	38,6	1340	11400	252	230	8,27	0,649
4X95+16(25)	1,8	39,1 (39,8)	1410(1445)	11400	252	230	8,27	0,649
4X95+2X16(25)	1,8	39,6 (40,7)	1480(1550)	11400	252	230	8,27	0,649

Fonte: Catálogo Solidal – Condutores eléctricos

ANEXO 7

Tabela 7 – 11: Fusíveis de facas NH do tipo aM e gG

 <p>NOVO</p> <p>LNH2080M6A</p>	Fusíveis de facas NH2 tipo aM - 690 V AC pdc: 80 kA tipo gG - 500 V AC pdc: 120 kA * corpo cerâmico compacto com dimensão NH2C para calibres de 50 a 250 A	50 A	3	-	LNH2050T*
		63 A	3	-	LNH2063T*
		80 A	3	LNH2080M6A	LNH2080T*
		100 A	3	LNH2100M6A	LNH2100T*
		125 A	3	LNH2125M6A	LNH2125T*
		160 A	3	LNH2160M6A	LNH2160T*
		200 A	3	LNH2200M6A	LNH2200T*
		224 A	3	LNH2224M6A	LNH2224T*
		250 A	3	LNH2250M6A	LNH2250T*
		315 A	3	LNH2315M6A	LNH2315T
		355 A	3	LNH2355M6A	LNH2355T
		400 A	3	-	LNH2400T

Fonte: Catálogo hager de fusíveis aM e gG

ANEXO 8

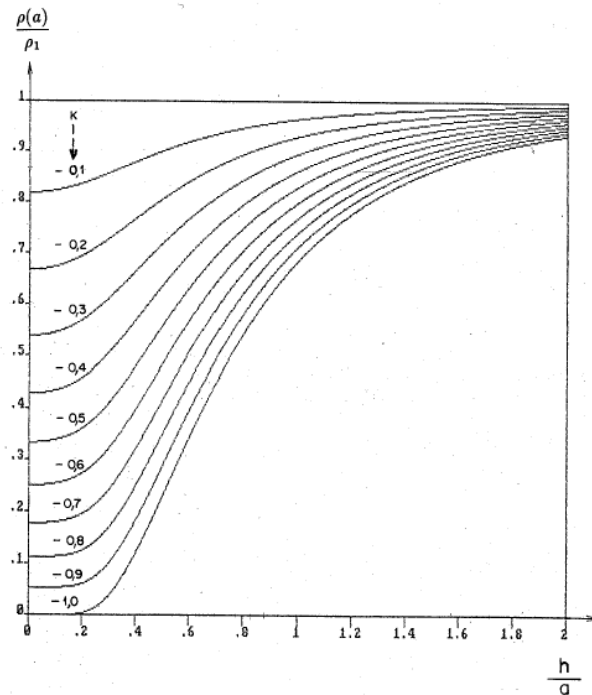


Figura 8 – 12: Curvas para K negativos

Fonte: Geraldo Kindermann, 1995

Tabela 8 – 12: Resistência das hastes paralelas, alinhadas e igualmente espaçadas

Espaçamentos	$L = 2m$		$d = \frac{1}{2}''$		$R_{1\text{ haste}} = 0,513\rho a$			
	2m		3m		4m		5m	
Número de Hastes	R_{eq} [Ω]	K	R_{eq} [Ω]	K	R_{eq} [Ω]	K	R_{eq} [Ω]	K
2	$0,291\rho a$	0,568	$0,281\rho a$	0,548	$0,276\rho a$	0,537	$0,272\rho a$	0,530
3	$0,210\rho a$	0,410	$0,199\rho a$	0,388	$0,192\rho a$	0,375	$0,188\rho a$	0,367
4	$0,167\rho a$	0,326	$0,155\rho a$	0,303	$0,149\rho a$	0,291	$0,145\rho a$	0,283
5	$0,140\rho a$	0,272	$0,128\rho a$	0,250	$0,122\rho a$	0,239	$0,119\rho a$	0,231
6	$0,121\rho a$	0,235	$0,110\rho a$	0,214	$0,104\rho a$	0,203	$0,101\rho a$	0,196
7	$0,106\rho a$	0,208	$0,096\rho a$	0,188	$0,091\rho a$	0,177	$0,087\rho a$	0,171
8	$0,096\rho a$	0,186	$0,086\rho a$	0,167	$0,081\rho a$	0,157	$0,078\rho a$	0,151
9	$0,087\rho a$	0,169	$0,078\rho a$	0,151	$0,073\rho a$	0,142	$0,070\rho a$	0,136
10	$0,080\rho a$	0,155	$0,071\rho a$	0,138	$0,066\rho a$	0,129	$0,063\rho a$	0,123
11	$0,074\rho a$	0,144	$0,065\rho a$	0,127	$0,061\rho a$	0,119	$0,058\rho a$	0,113
12	$0,069\rho a$	0,134	$0,061\rho a$	0,118	$0,056\rho a$	0,110	$0,054\rho a$	0,105
13	$0,064\rho a$	0,125	$0,057\rho a$	0,110	$0,052\rho a$	0,102	$0,050\rho a$	0,097
14	$0,060\rho a$	0,118	$0,053\rho a$	0,103	$0,049\rho a$	0,096	$0,047\rho a$	0,091
15	$0,057\rho a$	0,111	$0,050\rho a$	0,097	$0,046\rho a$	0,090	$0,044\rho a$	0,086

Fonte: Geraldo Kindermann, 1995

ANEXO 9

FUSÍVEIS TIPO NH

Curva Tempo (s) x Corrente (A)

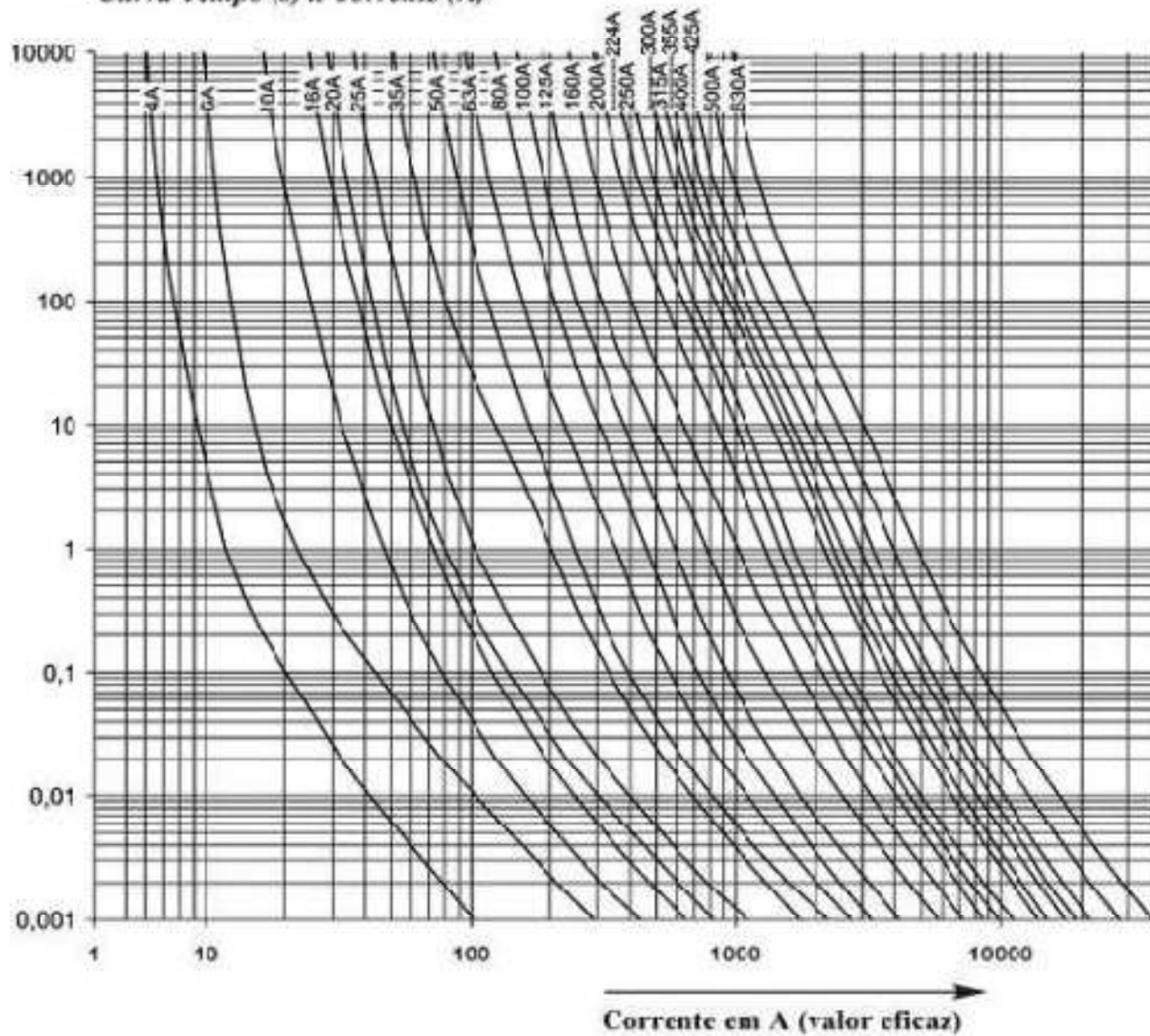


Figura 9 – 13: Curvas de tempo de actuação dos fusíveis

Fonte: Catálogo da WEG de fusíveis

ANEXO 10

Tabela 10 – 14: Disjuntores em caixa moldada fixos

	Icu		Corrente Nominal	Referência
	220V	380V		
Curto Circuito Normal	25kA	18kA	20A	EZC100N3020
			30A	EZC100N3030
			40A	EZC100N3040
			50A	EZC100N3050
			60A	EZC100N3060
			80A	EZC100N3080
			100A	EZC100N3100
	50kA	25kA	125A	EZC250N3125
			150A	EZC250N3150
			175A	EZC250N3175
			200A	EZC250N3200
			225A	EZC250N3225
			250A	EZC250N3250
	40kA	36kA	320A	EZC400N3320N
			350A	EZC400N3350N
			400A	EZC400N3400N
			500A	EZC630N3500N
	42kA	36kA	600A	EZC630N3600N
			700A	33907
			800A	33908

Fonte: Catalogo Schneider Electric

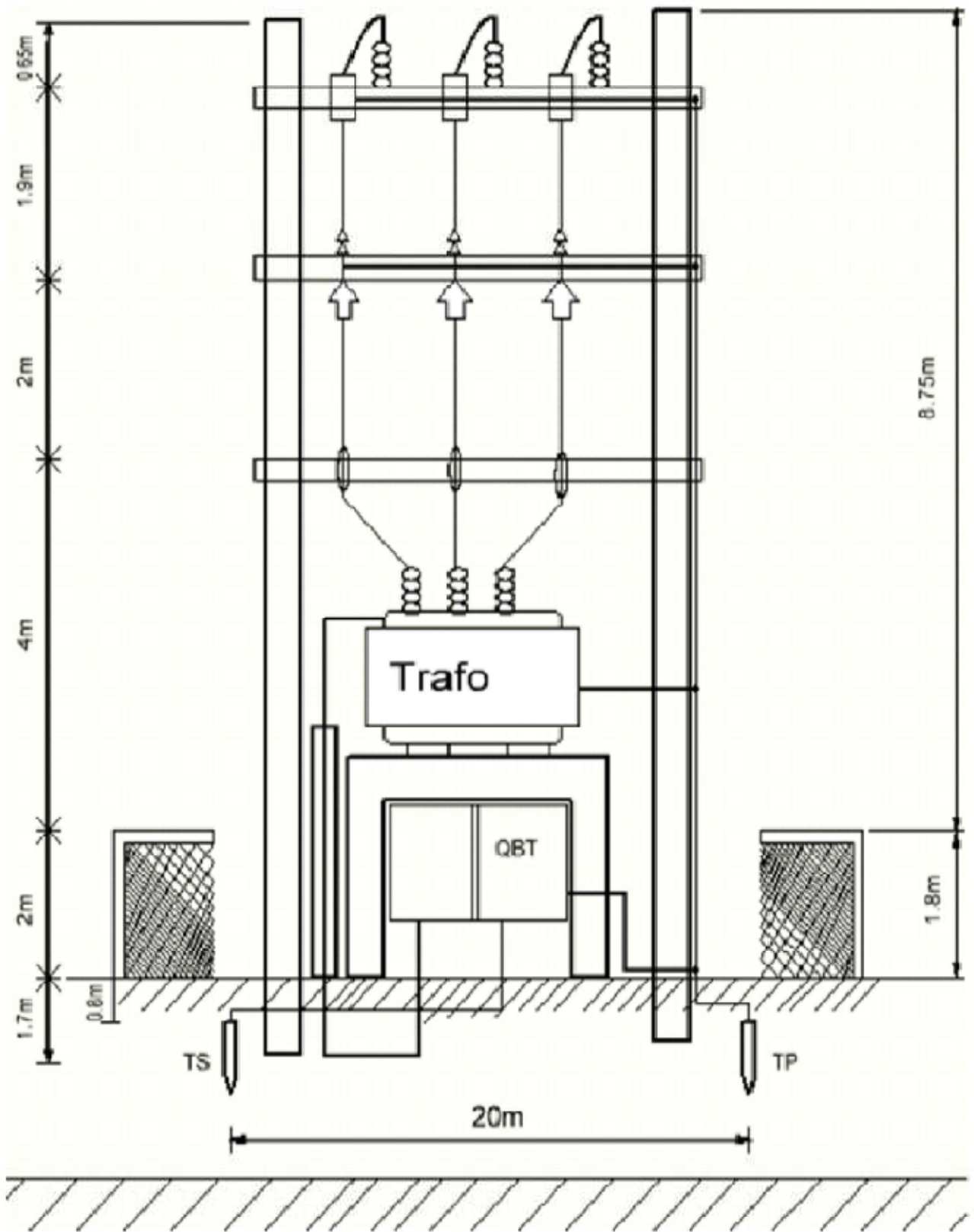
ANEXO 11

Tabela 11 – 15: Potencias dos Transformadores de Distribuição

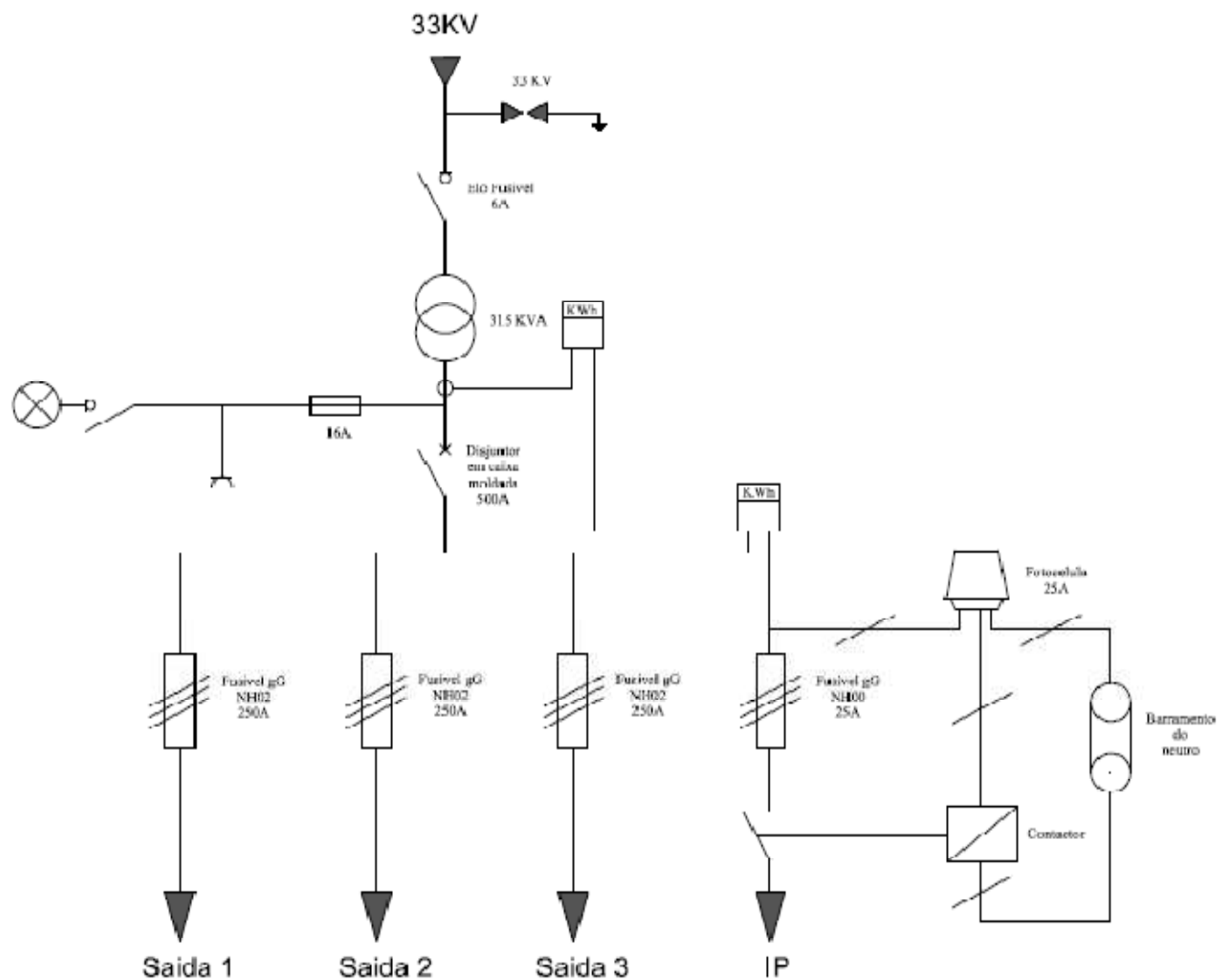
Transformadores de Distribuição 33/0,4-0,231kV - 50Hz

Item	Potência kVA	Tensão		Perdas (W)		Impedancia (%)	Classe de Tensão (kV)	NIB (kV)
		Alta (kV)	Baixa (V)	Em Vazio	Carga			
TRIFÁSICOS								
1	25	33	400/231	145 - 160	620 - 650	4	36	170
2	50			170 - 210	1000 - 1060	4	36	170
3	100			300 - 320	1600 - 1750	4	36	170
4	160			430 - 495	2100 - 2275	4	36	170
5	200			500 - 575	2600 - 2750	4	36	170
6	250			590 - 685	3000 - 3385	4	36	170
7	315			750 - 845	3300 - 3385	4	36	170
8	500			1050 - 1060	5000 - 5300	6	36	170
9	630			1215 - 1350	6000 - 6250	6	36	170
MONOFÁSICOS								
1	16	33	231	90 - 120	350 - 380	4	36	170
2	25			95 - 120	415 - 450	4	36	170
3	32			100 - 125	600 - 630	4	36	170

Fonte: Catálogo da Transformadores de Moçambique



Projecto n.º: EP	elaborou	11/06/22	Nhantumbo, Zefarias	Tema: MELHORAMENTO DO POSTO DE TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA ELÉCTRICA DO BAIRRO TEDECO	ANEXO: 13
	verificou	11/06/22	ASC Rouvo		
	validou	11/06/22			
	escala	instalação: Projecto de Especialidade - Electricidade Posto de Transformação 797			
	1:100	Projecto base			
	escala plot	fase:			
	especialidade:	Electricidade			
	data	título: Estrutura do Posto de Transformação A1			
	11/06/22				A13.17



Projecto n°: EP	elaborou	11/06/22	Nhamumbo, Zafina	Tema: MELHORAMENTO DO POSTO DE TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA ELÉCTRICA DO BAIRRO TEDECO	ANEXO: 14
	verificou	11/06/22	ASC Soares		
	validou	///			
	escala	instalação: Projecto de Especialidade - Electricidade Posto de Transformação 797			
	1:100	Projecto base			
	escala pól	fase:			
	data:	especialidade: Electricidade			
	11/06/22	título: Configuração do QGBT			A14.18

ANEXO 15

ACTA DE ENCONTROS REGULARES



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA	2022ELEPPL11	Data	27/04/2022
--------------------	--------------	------	------------

1. AGENDA

Apresentação do termo de atribuição do tema para o estágio profissional

2. PRESENÇAS

Supervisor	Eng. Dinis Chissano
Co – supervisor	
Estudante	Nhantumbo, Zefanias Paulo
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO

Explicação do tema para o relatório do estágio profissional
Verificação do tema, e conteúdo do termo de atribuição do tema
Análise da formulação do problema e da metodologia a ser usada na elaboração do relatório do estágio profissional

4. RECOMENDAÇÕES

Correcção da sintáctica da formulação do problema
Correcção de alguns erros ortográficos
Melhoria dos critérios à usar na metodologia

5. OBSERVAÇÕES	
----------------	--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	11/05/2022
-----------------------------	------------

ANEXO 16

ACTA DE ENCONTROS REGULARES



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA	2022ELEPPL11	Data:	11/05/2022
--------------------	--------------	-------	------------

1. AGENDA

Apresentação do progresso do trabalho, e verificação da revisão de literatura.

2. PRESENÇAS

Supervisor	Eng. Dinis Chissano
Co – supervisor	
Estudante	Nhantumbo, Zefanias Paulo
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO

Analise das fontes literárias do relatório, e organização dos conteúdos.

4. RECOMENDAÇÕES

Leitura minuciosa do manual do regulamento de culminação do curso

5. OBSERVAÇÕES	
----------------	--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	23/05/2022
-----------------------------	------------

ANEXO 17

ACTA DE ENCONTROS REGULARES



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA	2022ELEPPL11	Data	03/06/2022
--------------------	--------------	------	------------

1. AGENDA

Apresentação do progresso do trabalho, e verificação dos Resultados, análise e discussão

2. PRESENÇAS

Supervisor	Eng. Dinis Chissano
Co – supervisor	
Estudante	Nhantumbo, Zefanias Paulo
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO

Análise do conteúdo dos resultados obtidos nos cálculos em relação a análise feita sobre estes.

4. RECOMENDAÇÕES

5. OBSERVAÇÕES

--	--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO

15/06/2022

--	--

ACTA DE ENCONTROS REGULARES



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA	2022ELEPPL11	Data	15/06/2022
--------------------	--------------	------	------------

1. AGENDA

Apresentação do progresso do trabalho, e verificação da organização do trabalho.

2. PRESENÇAS

Supervisor	Eng. Dinis Chissano
Co – supervisor	
Estudante	Nhantumbo, Zefanias Paulo
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO

Análise do conteúdo dos resultados obtidos nos cálculos em relação a análise feita sobre estes.
Verificação do conteúdos em relação aos anexos do relatório.

4. RECOMENDAÇÕES

5. OBSERVAÇÕES

--	--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO

28/05/2022

RELATÓRIO DE PROGRESSO



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

Relatório de Progresso

REFERÊNCIA DO TEMA	2022ELEPPL11	Data	27/04/2022
--------------------	--------------	------	------------

1. ACTIVIDADES PLANIFICADAS

ACTIVIDADE	PRAZO PREVISTO
1. Termo de Atribuição do Tema de estágio profissional	25/04/2022
2. Revisão Bibliográfica	11/05/2022
3. Resultados, análise e discussão	23/05/2022
4. Organização do trabalho	03/06/2022
5. Verificação final do trabalho	15/06/2022

2. CONTROLE DE EXECUÇÃO

ACTV.	DATA	ESTÁGIO (%)	OBSERVAÇÕES	RÚBRICA
1	29/11/21	20	Melhorar a introdução.	
	08/12/21	60	Clarificar o objectivo principal	
	15/12/21	100	avançar com a parte da revisão	
2	20/12/21	30	Definir os conceitos necessários	
	05/01/22	76	Aumentar os conceitos	
	13/01/22	100	Revisar sobre dimensionamentos	

3	28/01/22	30	Pode avançar para a parte prática	
	04/02/22	80	Revisar os cálculos	
	16/02/22	100	Pode passar para o próximo passo	
4	28/02/22	50	Respeitar as citações e Anexos	
	01/03/22	80	Melhorar a conclusão e Resumo	
5				

6. INDICAÇÃO TENTATIVA DA CONCLUSÃO DO EP (ao 4º encontro)	28/06/2022
---------------------------------------------------------------	------------



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

FICHA-RESUMO DO ESTÁGIO PROFISSIONAL

Referência do tema: 2022ELEPPL11

Título do tema: Melhoramento do Posto de Transformação de Energia Eléctrica do bairro Tedeco

Nome do autor: Nhantumbo, Zefanias Paulo

Supervisores: Eng. Dinis Chissano

RESUMO

O presente relatório consiste na necessidade de garantir a continuidade do fornecimento de energia eléctrica continua de qualidade aos consumidores do bairro Tedeco que encontra – se no Município de Boane, que encontram – se desprovido de energia eléctrica confiável devido a inúmeras faltas decorrente de avarias frequentes em seu posto de transformação.

Para a resolução deste problema que inquieta os consumidores. Numa primeira fase serão feitas recolhas de dados referentes ao posto de transformação, carga que este alimenta em seus circuitos de distribuição como a potência do transformador, características das protecções do lado da média tensão assim como do lado da baixa tensão.

ANEXO 21
FICHAS DE AVALIAÇÕES



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

F1 - GUIA DE AVALIAÇÃO DO RELATÓRIO ESCRITO

Nome do estudante: Nhantumbo, Zefanias Paulo

Referência do tema: 2022ELEPPL11 Data: 07/03/2022

Título do tema: Melhoramento do Posto de Transformação de Energia Eléctrica do bairro Tedeco

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: Nhantumbo, Zefanias Paulo

Referência do tema: 2022ELEPPL11 Data: 07/03/2022

Título do tema: Melhoramento do Posto de Transformação de Energia Eléctrica do bairro Tedeco

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 ELECTROTÉCNICA

F3 - FICHA DE AVALIAÇÃO GLOBAL

Nome do estudante: Nhantumbo, Zefanias Paulo

Referência do tema: 2022ELEPPL11 Data: 07/03/2022

Título do tema: Melhoramento do Posto de Transformação de Energia Eléctrica do bairro Tedeco

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:

	ASSINATURAS
O Presidente	
O Oponente	
Os Supervisores	

Maputo, 27 de Julho de 2022