



FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
CURSO: ENGENHARIA ELÉCTRICA

Relatório de Estágio Profissional

Título:

**MELHORAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE
ENERGIA ELÉCTRICA DE BAIXA TENSÃO NO BAIRRO
GEORGE DIMITROV, NA CIDADE DE MAPUTO (PTS-19R)**

Autor:

Soniva, André João Da Silva

Supervisor:

Prof. Doutor Manuel Cumbi

Maputo, Novembro de 2022



FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
CURSO: ENGENHARIA ELÉCTRICA

Relatório de Estágio Profissional

Título:

**MELHORAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE
ENERGIA ELÉCTRICA DE BAIXA TENSÃO NO BAIRRO
GEORGE DIMITROV, NA CIDADE DE MAPUTO (PTS-19R)**

Autor:

Soniva, André João Da Silva

Supervisor:

Prof. Doutor Manuel Cumbi

Maputo, Novembro de 2022



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

TERMO DE ENTREGA DE RELATÓRIO DE ESTAGIO PROFISSIONAL

Declaro que o estudante André João Da Silva Soniva entregou no dia 25/11/2022 as 3 cópias do relatório do seu Trabalho de Estágio Profissional com a referência: 2022ELEPD34 intitulado: Melhoramento da rede de distribuição de energia eléctrica de baixa tensão no bairro George Dimitrov, na cidade de Maputo (PTS19R)

Maputo, aos 25 de Novembro de 2022

O Chefe de Secretaria



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

Nome do estudante: André João Da Silva Soniva

Referência do tema: 2022ELEPD34 Data: 25/11/2022

Título do tema: Melhoramento da rede de distribuição de energia eléctrica de baixa tensão no bairro George Dimitrov, na cidade de Maputo (PTS19R)

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

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

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

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

Secção 4 subtotal(max: 20)	
-----------------------------------	--

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

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

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



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

FICHA DE AVALIAÇÃO DA ATITUDE DO ESTUDANTE
(Auxiliar para o supervisor)

Nome do estudante: André João Da Silva Soniva

Referência do tema: 2022ELEPD34 Data: 25/11/2022

Título do tema: Melhoramento da rede de distribuição de energia eléctrica de baixa tensão no bairro George Dimitrov, na cidade de Maputo (PTS19R)

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

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

Total de pontos (max: 35)	
----------------------------------	--

Nota (=Total*20/35)	
----------------------------	--



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

Declaração de Honra

Eu, André João Da Silva Soniva, 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.

(André João Da Silva Soniva)

_____/_____/_____

Data

Dedicatória

Dedico este trabalho especialmente aos meus pais, Amélia Alfredo da Silva Soniva e Felisberto Soniva por terem me dado o apoio incondicional e nunca terem deixado de acreditar em mim.

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar a Deus pelo dom de vida. A minha família, em especial aos meus pais pelo exemplo de perseverança e dedicação, que nunca deixaram de me apoiar ao longo da minha trajectória e ajudaram a tornar possível a minha formação.

Agradeço ao meu supervisor, Prof. Doutor Eng. Manuel Cumbi pelo contributo para melhorar cada detalhe deste projecto, pela disponibilidade, paciência e pelo comprometimento.

Agradeço aos docentes da Faculdade de Engenharia, em especial ao Departamento de Engenharia Electrotécnica, aos engenheiros e técnicos da Electricidade de Moçambique.

Agradeço também a todos que contribuíram directa ou indirectamente na minha formação.

Resumo

O presente trabalho aborda o projecto de melhoramento da rede de distribuição de energia eléctrica de baixa tensão no bairro George Dimitrov, cidade de Maputo (PTS-19R) na rua vermelha. Este projecto surge no âmbito de reclamações de sobrecarga do Posto de Transformação actual e de quedas de tensão acentuadas dos consumidores localizados distantes que são alimentados pelo PT em apreço.

Como forma de se efectivar o projecto fez-se o levantamento de cargas do PT em estudo e constatou-se que o PT se encontra sobrecarregado. Para solucionar o problema realizou-se a transferência de cargas para o novo PT e para a questão de quedas de tensão acentuadas foi prevista a montagem do novo PT no centro de cargas da zona em estudo, reduzindo dessa forma as grandes distâncias dos consumidores e por fim fez-se o dimensionamento do novo PT.

Lista de Abreviaturas

APC- Alto poder de corte

BT- Baixa Tensão

DEP- Departamento de Estatística e Planeamento

EDM- Electricidade de Moçambique

He- Altura de enterramento

MT- Media Tensão

QGBT- Quadro Geral de Baixa Tensão

RSIUEE- Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica

PT- Posto de Transformação

RSLEAT- Regulamento de Segurança de Linhas Eléctricas de Alta Tensão

SE- Subestação

Lista de Figuras

Figura 1. Rede Eléctrica.....	3
Figura 2. Estrutura de rede radial.....	5
Figura 3. Estrutura de rede malhada.....	5
Figura 4. Estrutura de rede em anel.....	6
Figura 5. Apoio de alinhamento	7
Figura 6. Apoio de ângulo	7
Figura 7. Apoio de derivação	7
Figura 8. Apoio de fim de linha.....	8
Figura 9. Condutores de alumínio	9
Figura 10. Sistema sem neutro tensor	9
Figura 11. Sistema com neutro tensor	10
Figura 12. Transformador de distribuição.....	10
Figura 13. Quadro geral de baixa tensão	12
Figura 14. Rede actual da zona em estudo.....	A

Índice

1	CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Contextualização.....	1
1.2	Formulação do problema	1
1.3	Justificativa.....	2
1.4	Objectivos	2
1.4.1	Objectivo geral.....	2
1.4.2	Objectivos específicos	2
1.5	Metodologia.....	2
2	CAPÍTULO II: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1	Rede de Distribuição de Energia Eléctrica	3
2.1.1	Introdução.....	3
2.1.2	Rede eléctrica.....	3
2.1.3	Rede De Distribuição.....	4
2.1.4	Classificação Das Redes De Distribuição.....	4
2.1.5	Topologia Das Redes De Distribuição.....	4
2.1.6	Elementos Constituentes Das Redes De Distribuição	6
3	CAPÍTULO III: LEVANTAMENTO DAS CARGAS E DIMENSIONAMENTO	13
3.1	Levantamento de Cargas	13
3.2	Dimensionamento	13
3.2.1	Redimensionamento do PTS-19R	13
3.2.2	Verificação de queda de tensão na rede do PTS-19R.....	14
3.2.3	Dimensionamento do Novo PT	14
3.2.4	Escolha do Transformador	15
3.2.5	Dimensionamento do Ramal de MT	15
3.2.6	Dimensionamento do Disjuntor de BT	18
3.2.7	Dimensionamento do Cabo Alimentador	19
3.2.8	Dimensionamento das Saídas.....	20
4	CAPÍTULO IV: ESPECIFICAÇÕES DOS MATERIAIS E ESTIMATIVA DE CUSTO.....	22
4.1	Especificações dos Materiais	22
4.1.1	Condutores para o Ramal de MT.....	22
4.1.2	Condutores para o Ramal de BT	22
4.1.3	Pára - Raios.....	22
4.1.4	Drop-Out.....	22

4.1.5	Isoladores	23
4.1.6	Transformador de Potência	23
4.1.7	Quadro Geral de Baixa Tensão	23
4.1.8	Disjuntor de Baixa Tensão.....	23
4.1.9	Transformadores de Intensidade.....	24
4.1.10	Contagem de Energia.....	24
4.1.11	Barramento de Baixa Tensão	24
4.1.12	Saídas	24
4.1.13	Apoios.....	24
4.1.14	Espiamento.....	25
4.1.15	Amarração da Linha de Média Tensão.....	25
4.1.16	Vedação	25
4.1.17	Terras	25
4.2	Estimativa de custos	27
5	CAPÍTULO V: RESULTADOS, ANÁLISE E DISCUSSÃO.....	30
5.1	Redimensionamento do PTS-19R.....	30
5.2	Verificação da queda de tensão existente rede do PTS-19R.....	30
5.3	Transferência de carga para o novo PT	31
5.4	Dimensionamento do novo PT	32
5.4.1	Escolha do Transformador	32
5.5	Dimensionamento do Ramal de MT	32
5.6	Dimensionamento de Droup-outs.....	34
5.7	Dimensionamento do disjuntor de BT	34
5.8	Dimensionamento do Cabo Alimentador.....	35
5.9	Dimensionamento Das Saídas.....	36
6	CAPÍTULO VI: CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	38
6.1	Conclusão	38
6.2	Recomendações	38
7	CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFIA.....	39

1 CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A energia eléctrica constitui na actualidade um dos principais recursos da sociedade moderna, industrializada, fazendo desta forma com que exista uma relação directa entre a economia e a fiabilidade de um sistema eléctrico de energia.

Os sistemas eléctricos de potência constituem uma rede de componentes interligados que convertem diferentes formas de energia em energia eléctrica.

Os modernos sistemas eléctricos de potência englobam três subsistemas principais: produção, transmissão e distribuição.

As redes de distribuição de energia eléctrica são os elementos do sistema eléctrico que mais frequentemente estão sujeitos a modificações, seja pela necessidade de alimentação de novos clientes, planeamento a curto-prazo da rede ou ainda melhoramento da qualidade de serviço, trata-se de uma área de actuação em constante actualização.

Com a evolução socioeconómica, há cada vez mais uma exigência para que os serviços prestados sejam de qualidade, regra máxima no sector de energia. Deste modo, o operador da rede eléctrica deve ser capaz de elevar a qualidade com que distribui a energia, garantindo a continuidade de serviço.

1.2 Formulação do problema

Em Moçambique a electricidade é fornecida pela Electricidade de Moçambique (EDM) responsável pela geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia eléctrica. Embora tenham sido feitos avanços em termo de ligações à rede, com as principais cidades moçambicanas como Matola, Maputo, Nampula e Beira tendo 80%, 98% e 88% de taxas de electrificação, respectivamente, entretanto a fiabilidade da rede e a qualidade de serviço fornecido continuam sendo desafios técnicos contínuos. O bairro em alusão tem registado uma enorme queda de tensão, o PTS19R encontra-se sobrecarregado o que condiciona a fiabilidade e qualidade de energia eléctrica fornecida aos consumidores finais.

1.3 Justificativa

A escolha do tema deve-se ao facto da necessidade de melhoramento da rede no bairro George Dimitrov, que também faz parte do esforço que a EDM está a envidar para mitigação de grandes quedas de tensão e melhoria na qualidade da rede.

Dessa forma com a proposta de melhoramento da rede surge como melhor solução pelo que: Do ponto de vista técnico, irá garantir a fiabilidade no fornecimento de energia eléctrica e a redução das quedas de tensão.

Do ponto de vista económico, evita os prejuízos resultantes da paralisação das actividades e aumento da vida útil dos receptores ligados a rede.

Do ponto de vista social, garante maior segurança e a comodidade dos clientes, funcionários de diferentes sectores e ambientes.

1.4 Objectivos

1.4.1 Objectivo geral

- Melhorar a rede de distribuição de energia eléctrica de baixa tensão no bairro George Dimitrov, na Cidade de Maputo (PTS19R)

1.4.2 Objectivos específicos

- Avaliar o nível carregamento do PT;
- Fazer redimensionamento do PT;
- Fazer a transferência de cargas para novo PT;
- Fazer a estimativa de custos do projecto

1.5 Metodologia

Para a elaboração do projecto serão utilizadas as seguintes metodologias:

- **Revisão Bibliográfica:** tem como objetivo rever toda a bibliografia já tornada pública em relação ao estudo, desde livros, artigos científicos, revistas, pesquisas, monografias e teses.
- **Pesquisa de campo:** tem como objetivo a observação, colecta, análise e interpretação de dados do local onde será implementado o projecto.

2 CAPÍTULO II: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Rede de Distribuição de Energia Elétrica

2.1.1 Introdução

As redes elétricas têm como finalidade assegurar a transmissão e distribuição de energia desde as instalações de produção até aos consumidores finais. Estas redes classificam-se de acordo com os seguintes critérios:

O primeiro que diz respeito à tensão nominal (ou de serviço), que é a grandeza que determina a capacidade de transporte e fixa as dimensões das linhas e da aparelhagem das subestações. O segundo prende-se com a função que o sistema deve assegurar, que é o mais importante. O terceiro está ligado com a topologia da rede, fixando o seu modo de operação normal e as possibilidades de socorro em caso de falha.

2.1.2 Rede elétrica

Rede elétrica é uma rede interligada para distribuir electricidade dos produtores aos consumidores.

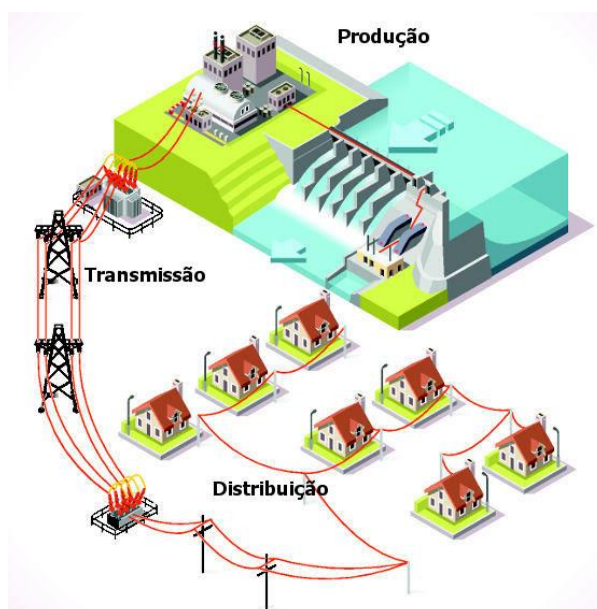


Figura 1. Rede Elétrica

Fonte: [6]

2.1.3 Rede De Distribuição

É a parte do sistema de potência destinado ao transporte de energia eléctrica, em média ou baixa tensão a partir do barramento secundário de uma subestação (onde termina a transmissão ou sub-transmissão), até os pontos de consumo.

2.1.4 Classificação Das Redes De Distribuição

As redes de distribuição classificam-se em: redes de distribuição primária e secundária.

2.1.4.1 Redes De Distribuição Primária

As redes primárias são responsáveis por alimentar os transformadores de distribuição e/ou os pontos de entrega de energia sob a mesma tensão primária. Ou seja, as redes primárias operam em linhas de MT, superiores a 1 KV e são encarregadas de fornecer energia aos transformadores de distribuição que rebaixam essa energia para tensões menores, chamadas de secundárias.

2.1.4.2 Redes De Distribuição Secundária

As redes secundárias são encarregadas pela distribuição da energia em baixa tensão por meio dos ramais de ligação. Essas redes secundárias são provenientes dos transformadores que recebem a energia em tensões primárias, ou seja, média tensão.

2.1.5 Topologia Das Redes De Distribuição

A estrutura da rede é das principais características de uma rede de distribuição, isto porque numa situação de defeito, a rede de distribuição pode ter de ser configurada, com o propósito da interrupção de fornecimento de energia afetar o menor número de clientes, pelo menor tempo possível. [5]

As principais configurações das redes de distribuição são: rede radial, rede malhada e rede em anel.

2.1.5.1 Rede Radial

A rede radial baseia-se a partir de um ponto de alimentação e por linhas que vão-se ramificando, sem jamais se encontrarem num ponto comum. Esta estrutura topológica apresenta a menor fiabilidade e também o menor custo inicial, sendo aplicada na distribuição. [5]

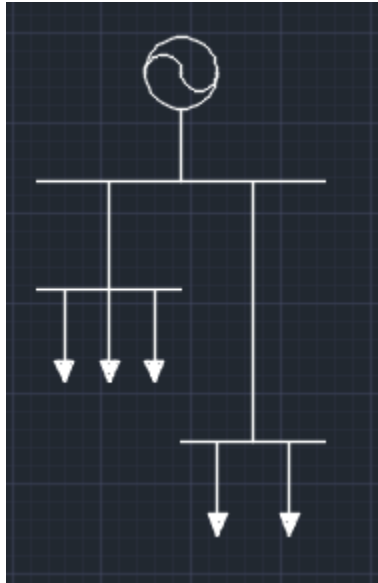


Figura 2. Estrutura de rede radial

Fonte: Autor (2022)

2.1.5.2 Rede Malhada

A rede malhada permite a alimentação de um mesmo ponto de rede, por mais que dois caminhos diferentes. A rede malhada apresenta uma topologia de maior fiabilidade em relação à rede radial, por apresentar várias configurações, que deverá tomar em caso de contingências dos equipamentos, com maior necessidade de investimento e manutenção, para as linhas devidamente dimensionadas. [5]

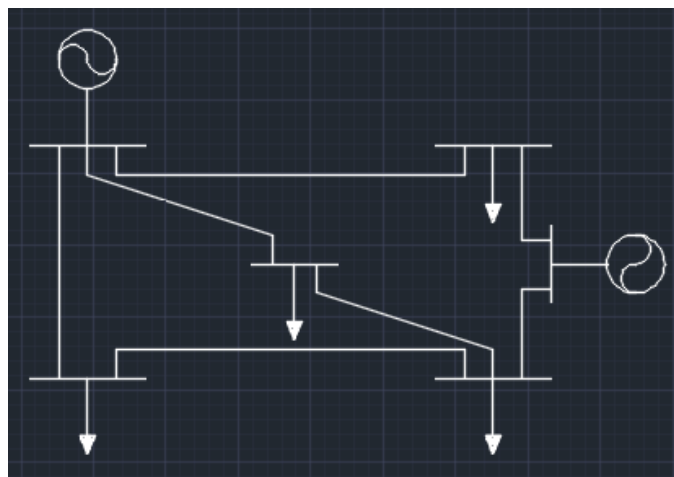


Figura 3. Estrutura de rede malhada

Fonte: Autor (2022)

2.1.5.3 Rede Em Anel

A rede em anel com exploração radial permite a alimentação de um mesmo ponto de rede por dois caminhos diferentes, podendo ser explorada em regime de anel aberto. Este tipo de tipologia apresenta maior fiabilidade em relação à rede malhada e à rede radial, tendo um grande custo inicial e elevado custo de manutenção, para além de cuidados adicionais de proteções. [5]

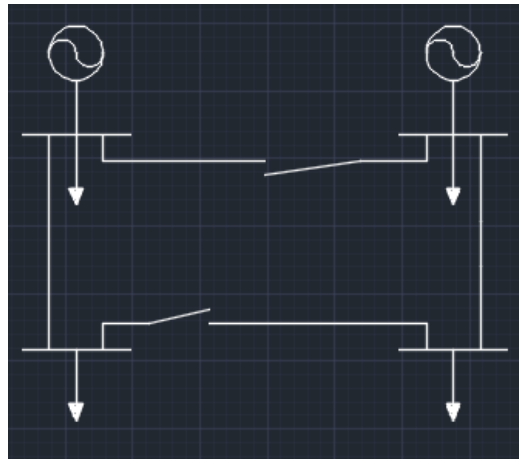


Figura 4. Estrutura de rede em anel

Fonte: Autor (2022)

2.1.6 Elementos Constituintes Das Redes De Distribuição

Os principais elementos das redes de distribuição são: apoios, conductores, isoladores, transformadores de distribuição e os dispositivos de protecção.

2.1.6.1 Apoios

Os apoios são elementos da linha cuja função é suportar todos os conductores e restantes acessórios existentes na linha.

A escolha dos apoios reside nos factores como os esforços necessários e o tipo de local onde o apoio será implantado, não só, mas também nas suas características físicas e mecânicas, bem como, no seu aspeto económico. [16]

Nas Linhas Aéreas de MT podem ser utilizados apoios de dois tipos construtivos: Betão armado e madeira. [16]

De acordo com a função que irá prestar, os apoios podem ser classificados em [16]:

- **Apoio de alinhamento:** é aquele que está disposto em troços rectilíneos da linha, sem a existência de ângulos ou derivações;

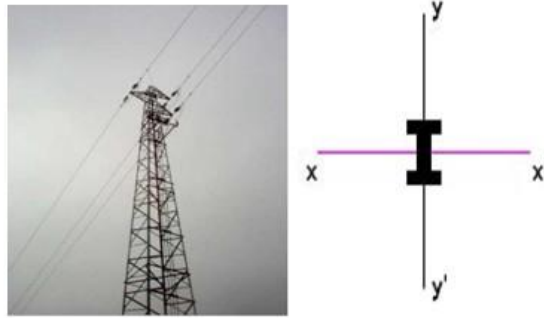


Figura 5. Apoio de alinhamento

Fonte: [16]

- **Apoio de ângulo:** é aquele que colocado onde a linha faz uma mudança de direção, fazendo um ângulo;

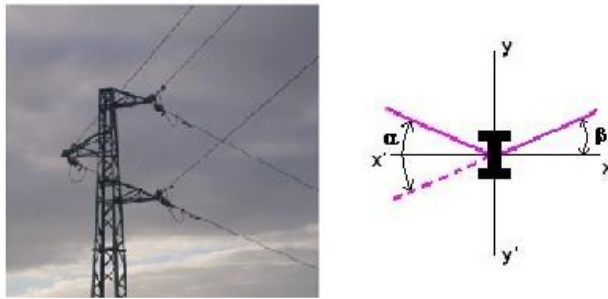


Figura 6. Apoio de ângulo

Fonte: [16]

- **Apoio de derivação:** é aquele no qual se estabelecem uma ou mais derivações de linha;

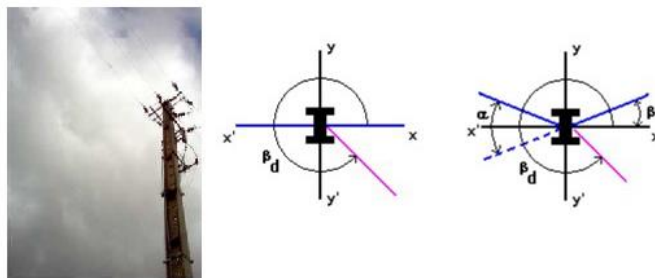


Figura 7. Apoio de derivação

Fonte: [16]

- **Apoio de fim de linha:** é aquele capaz de suportar todo o esforço total dos condutores e cabos de guarda de um só lado da linha. Normalmente colocados no início e fim da linha;

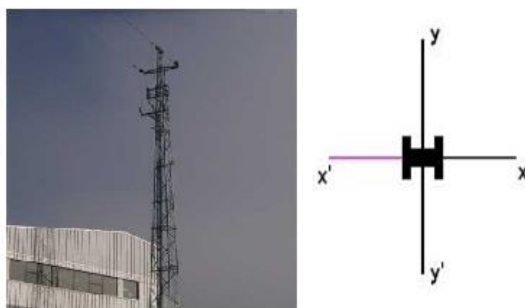


Figura 8. Apoio de fim de linha

Fonte: [16]

- **Apoio de reforço:** é que suporta esforços capaz de reduzir as consequências negativas em caso de ruptura de um cabo ou condutor.

Profundidade de enterramento dos apoios

De acordo com RESLAT artº 73 nº3, define que a profundidade de enterramento, H_e , em metros dos apoios dada pela seguinte expressão:

$$H_e = 0.1H + 0.5$$

2.1.6.2 Conductores

Os condutores são responsáveis pela condução da energia eléctrica ao longo de uma linha de transmissão de energia.

Existem diferentes tipos de condutores sendo eles:

- **Condutor isolado:** condutor revestido por uma ou várias camadas isolantes;
- **Condutor nu:** condutor sem isolamento exterior;
- **Condutor unifilar:** condutor constituído por um só fio;
- **Condutor multifilar:** condutor constituído por vários fios não isolados entre si.

Numa linha aérea de energia podem ser utilizados dois tipos de cabos, os cabos isolados com conductores de alumínio agrupados em feixe cableados denominados cabos torçados (possui várias camadas isolantes), ou cabos nus (sem isolamento exterior). [15]

Nas linhas aéreas de energia em MT são usados condutores nus multifilares em alumínio ou alumínio-aço escolhidos em detrimento dos condutores em cobre devido às inúmeras vantagens quer do ponto de vista técnico quer econômico. [15]

Os condutores em alumínio-aço são constituídos por uma alma em aço galvanizado, de um ou mais fios, envolvida por duas ou três camadas sucessivas de fios de alumínio todos eles enrolados em hélice.[16]



Figura 9. Condutores de alumínio

Fonte: Autor (2022)

Nas redes de distribuição aéreas de baixa tensão são usados condutores isolados agrupados em feixe (torçados) do tipo LXS ou XS. Existem dois sistemas com grande aplicação: Sistema sem neutro tensor e sistema com neutro tensor. [17]

- **Sistema sem neutro tensor** – consiste num feixe de condutores de igual secção, tanto para o neutro como para as fases.



Figura 10. Sistema sem neutro tensor

Fonte: [17]

- **Sistema com neutro tensor** – consiste num feixe de condutores de fases cableados a volta do conductor neutro, que além da função eléctrica serve de fio tensor do conjunto.



Figura 11. Sistema com neutro tensor

Fonte: [17]

2.1.6.3 Isoladores

Os isoladores são estruturas em vidro ou em cerâmica que desempenham funções mecânicas e elétricas. Do ponto de vista mecânico, os isoladores devem fixar os condutores às estruturas do apoio, enquanto que, do ponto de vista elétrico, têm a funcionalidade de evitar a passagem de corrente do condutor para o apoio ou suporte. [16]

2.1.6.4 Transformadores De Distribuição

Os transformadores de distribuição têm finalidade de reduzir o nível de tensão de MT/BT. De acordo com a prática da EDM nas redes de distribuição em MT a energia é transportada a níveis de tensão de 33KV nas zonas urbanas e 11KV nas zonas rurais, no qual o transformador de distribuição tem a função de reduzir o nível de tensão para 0.4 KV. [2]



Figura 12. Transformador de distribuição

Fonte: Autor (2022)

Nas zonas rurais é comumente usados três tipos construtivos de Postos de Transformação:

- Posto de transformação em poste de Betão (B1);
- Posto de transformação em pórtico de madeira (M1);
- Posto de transformação em base de alvenaria (M2)

2.1.6.5 Dispositivos De Protecção

Os dispositivos usados nas redes de distribuição são:

- **Pára-raios** – destinam-se a protecção contra sobre-tensões de descargas atmosférica.
- **Droup-outs** – garantem a protecção contra curto-circuito e executam o corte visível da instalação.
- **Disjuntor de baixa tensão** – protege o transformador de todos os defeitos da rede a jusante, garante a protecção contra sobrecargas.
- **Fusíveis APC** – protege as saídas individuais de baixa tensão.

2.1.6.6 Quadro Geral de Baixa Tensão

São os equipamentos onde se irá alojar toda a aparelhagem de protecção e alguma da aparelhagem principal de manobra dos circuitos eléctricos. Estes equipamentos devem apresentar características gerais que garantam o seu correcto funcionamento, pelo que se referem-se as mais significativas que condicionam a construção dos quadros. O invólucro dos quadros deve ter índices de protecção IP e IK, adequados ao local onde se inserem, de acordo com a norma NP EN 60 529. [9]

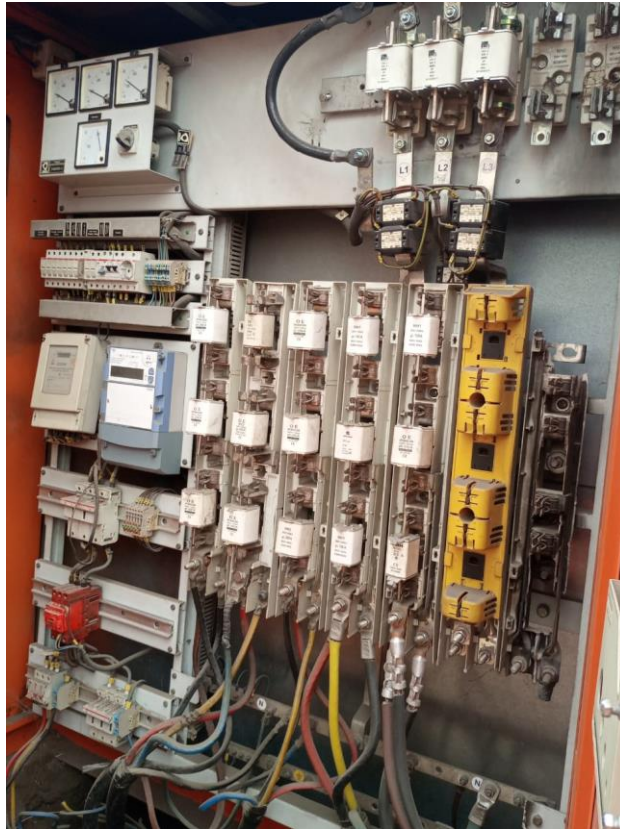


Figura 13. Quadro geral de baixa tensão

Fonte: Autor (2022)

3 CAPÍTULO III: LEVANTAMENTO DAS CARGAS E DIMENSIONAMENTO

3.1 Levantamento de Cargas

Potência nominal do transformador: $S_n = 315 \text{ kVA}$

Corrente nominal do transformador: $I_n = 455 \text{ A}$

Foi feita a medição das cargas no PTS-19R em estudo e teve-se os seguintes resultados:

$$I_s = 425 \text{ A} \quad I_r = 484 \text{ A} \quad I_t = 540 \text{ A}$$

3.2 Dimensionamento

3.2.1 Redimensionamento do PTS-19R

O redimensionamento do PTS-19R segue a seguinte metodologia:

$$S_L = \sqrt{3} \times U_L \times I_L \quad (1)$$

Onde:

S_L – Potência de carga [KVA]

U_L – Tensão de composta [V]

I_L – Corrente da carga [A]

$$I_L = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} \quad (2)$$

Onde:

I_R – Corrente na fase R [A]

I_S – Corrente na fase S [A]

I_T – Corrente na fase T [A]

$$S_{L\%} = \frac{S_L}{S_n} \times 100 \quad (3)$$

Onde:

$S_{L\%}$ – Nível de carregamento do transformador [%]

S_L – Potência da carga [KVA]

S_n – Potência nominal do transformador [KVA]

$$S_{OL} = S_L - S_n \quad (4)$$

Onde:

S_{OL} – Potência de sobrecarga [KVA]

S_L – Potência de carga [KVA]

S_n – Potencia nominal [KVA]

3.2.2 Verificação de queda de tensão na rede do PTS-19R

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I_L}{S \times U} \times 100 \quad (5)$$

Onde:

ΔU – Queda de tensão percentual [%]

ρ – Resistividade do conductor [$\Omega \cdot mm^2 / m$]

L – Comprimento da linha [m]

I_L – Corrente da carga [A]

S – Secção transversal do conductor [A]

U – Tensão nominal da rede [A]

3.2.3 Dimensionamento do Novo PT

$$S_T = \frac{S_I}{f_S} \left(1 + \frac{T_C}{100\%} \right)^N \quad (6)$$

Onde:

S_T – Potência necessária para o transformador [KVA]

S_I – Potência total de carga na transferência de carga do PTS-19R [KVA]

T_C – Taxa de crescimento de anual [%]

N – Período estimado para crescimento em anos [Anos]

f_S – Factor de sobrecarga máxima admissível [%]

3.2.4 Escolha do Transformador

$$S_{NT} \geq S_T \quad (7)$$

3.2.5 Dimensionamento do Ramal de MT

- **Corrente de serviço:**

$$I_S = \frac{S_{NT}}{\sqrt{3} \times U_{np}} \quad (8)$$

Onde:

I_S – Corrente serviço no lado primário do transformador [A]

S_{NT} – Potência nominal do transformador [KVA]

U_{np} – Tensão nominal no primário do transformador [V]

- **Secção econômica:**

$$S_E = \frac{I_S}{\delta_{EC}} \quad (9)$$

Onde:

δ_{EC} – Densidade de corrente econômica [A/mm²]

I_S – Corrente serviço no lado primário do transformador [A]

S_E – Secção econômica [mm²]

- **Queda de Tensão:**

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I_S \times (R \cos \theta + X \sin \theta) \quad (10)$$

Onde:

ΔU – Queda de tensão na linha [V]

R – Resistência da linha [Ω]

X – Reactância da linha [Ω]

Resistência da linha

$$\frac{R}{l} = \frac{\rho}{S} = R_{20^{\circ}\text{C}} [1 + \alpha_{20^{\circ}\text{C}} (\theta_F - 20)] \quad (11)$$

Onde:

ρ – Resistividade do conductor [Ω/Km]

S – Secção transversal do conductor [mm^2]

$R_{20^{\circ}\text{C}}$ – Resistência do conductor a 20°C

$\alpha_{20^{\circ}\text{C}}$ – Coeficiente de variação da temperatura a 20°C

θ_F – Temperatura local [$^{\circ}\text{C}$]

l – Comprimento do conductor [Km]

Reatância da linha

$$X = 2 \times \pi \times f \times L \quad (12)$$

Onde:

f – Frequência da rede [Hz]

L – Indutância do conductor [H/m]

O cálculo da indutância é dada pela seguinte expressão:

$$L = 2 \times 10^{-7} \times \ln \frac{D_{MG}}{R_{MG}} \quad (13)$$

Onde:

D_{MG} – Diâmetro médio geométrico [m]

R_{MG} – Raio médio geométrico [m]

Em seguida é apresentado o cálculo da indutância para diferentes tipos de amarração usadas, nomeadamente:

- Amarração em esteira horizontal para alinhamento:

$$D_{MG} = X \times \sqrt[3]{2} \quad (14)$$

$$R_{MG} = r \times e^{-\frac{1}{4}} \quad (15)$$

- Amarração em esteira horizontal para derivação:

$$D_{MG} = X \times \sqrt[3]{2} \quad (16)$$

$$R_{MG} = r \times e^{-\frac{1}{4}} \quad (17)$$

Calculadas as indutâncias parciais somam-se para se ter a indutância total linha e de seguida calcula-se a reactância total da linha:

$$L = L_1 \times l_1 + L_2 \times l_2 \quad (18)$$

- Queda de tensão percentual:

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{U_{np}} \times 100 \quad (19)$$

3.2.5.1 Dimensionamento de pára-raios

A tensão nominal dos pára-raios a instalar num posto de transformação deve ser em função do nível de tensão da rede assim como o seu regime de neutro, ou seja, se é isolado e ligado directamente a terra ou se é ligado a terra por meio de uma resistência ou bobine.

3.2.5.2 Dimensionamento de Droup-Outs

O calibre o drop-out é dado pela seguinte expressão:

$$I_{1n} = \frac{S_{NT}}{\sqrt{3} \times U_{np}} \quad (20)$$

Onde:

I_{1n} – Corrente nominal no lado primário do transformador [A]

S_{NT} – Potência nominal do transformador [KVA]

U_{np} – Tensão nominal no primário do transformador [V]

3.2.5.3 Barramento de MT

Entende-se por barramento de média tensão, os elementos conductores que asseguram a ligação entre a chegada da linha de média tensão, os pára-raios, os drop-outs e o transformador de potência.

3.2.6 Dimensionamento do Disjuntor de BT

O calibre do disjuntor geral é determinado pela expressão seguinte:

$$I_{2n} = \frac{S_{NT}}{\sqrt{3} \times U_{ns}} \quad (21)$$

Onde:

I_{2n} – Corrente nominal no secundário do transformador [A]

S_{NT} – Potência nominal do transformador [KVA]

U_{ns} – Tensão nominal no secundário do transformador [V]

- Determinação do poder de corte

$$I_{CC} \leq P_{dc} \quad (22)$$

Onde:

I_{CC} – Corrente curto-circuito [KA]

P_{dc} – Poder de corte do aparelho de protecção [KA]

$$I_{CC} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \times Z_{eq}} \quad (23)$$

Onde:

U_n – Tensão nominal [V]

Z_{eq} – Impedância equivalente [Ω]

$$Z_{eq} = Z_{Tr} + Z_R \quad (24)$$

Onde:

Z_{Tr} – Impedância do transformador [V]

Z_R – Impedância do ramal do cabo [Ω]

$$Z_{Tr} = U_{cc} \times \frac{U_n^2}{S_n} \quad (25)$$

Onde:

U_{cc} – Tensão de curto-circuito [%]

U_n – Tensão nominal [V]

S_n – Potência nominal do transformador [KVA]

$$Z_R \approx R_R = \rho \times \frac{l^2}{S} \quad (26)$$

Onde:

Z_R – Impedância do ramal [Ω]

R_R – Resistência do ramal [Ω]

ρ – Resistividade do conductor [$\frac{\Omega \times mm^2}{m}$]

l – Comprimento do conductor [m]

S – Secção do conductor [mm²]

3.2.7 Dimensionamento do Cabo Alimentador

A corrente de serviço no lado secundário do transformador é dada pela seguinte expressão:

$$I_s = \frac{S_{NT}}{\sqrt{3} \times U_{ns}} \quad (27)$$

$$I_c = \frac{I_s}{\beta \times \gamma} \quad (28)$$

Onde:

I_c – Corrente corrigida [A]

β – Factor de correção para o agrupamento de conductores ou cabos [adm]

γ – Factor de correção em função da temperatura ambiente [adm]

- Corrente máxima admissível na canalização

$$I_Z = I_{max} \times \beta \times \gamma \quad (29)$$

Onde:

I_Z – Corrente máxima admissível na canalização [A]

I_{max} – Corrente máxima admissível [A]

β – Factor de correção para o agrupamento de conductores ou cabos [adm]

γ – Factor de correção em função da temperatura ambiente [adm]

- Protecção contra sobrecargas

$$I_S \leq I_n \leq I_Z \quad (30)$$

$$I_f \leq 1.45 \times I_Z \quad (31)$$

Onde:

I_S – Corrente de serviço [A]

I_n – Corrente nominal do dispositivo de protecção [A]

I_Z – Corrente máxima admissível na canalização [A]

I_f – Corrente convencional de funcionamento do dispositivo de protecção [A]

3.2.8 Dimensionamento das Saídas

$$I_{SP} = \frac{I_S}{n} \quad (32)$$

Onde:

I_{SP} – Corrente de serviço parcial [A]

I_S – Corrente de serviço [mm²]

n – Número de saídas ou circuitos

$$I_Z = I_{max} \times \beta \times \gamma \quad (33)$$

- Protecção contra sobrecargas

$$I_S \leq I_n \leq I_Z \quad (34)$$

$$I_2 \leq 1.45 \times I_Z \quad (35)$$

4 CAPÍTULO IV: ESPECIFICAÇÕES DOS MATERIAIS E ESTIMATIVA DE CUSTO

4.1 Especificações dos Materiais

4.1.1 Conductores para o Ramal de MT

Serão usados cabos conductores de alumínio com alma de aço designados por ACSR, apresentam maior resistência mecânica e resistência a corrosão. Para o presente projecto foi escolhido o SQUIRREL com uma secção de 24.45 mm².

4.1.2 Conductores para o Ramal de BT

Serão usados cabos do tipo:

- VAV 4x185 mm² destinado a fazer a alimentação do quadro geral de baixa tensão;
- VAV 4x70 mm² destinado a fazer a ligação da saída do quadro geral de baixa tensão e as linhas aéreas de distribuição;
- ABC/ Torçada 3x70+55+25 mm² destinado a fazer distribuição de energia, isto é, ligação das cargas.

4.1.3 Pára - Raios

Serão usados pára-raios da marca ASEA do tipo XBE ou equivalente com as seguintes características técnicas:

Tensão nominal: Un=33 KV

Capacidade de corte: I =10 kA

Neutro directamente ligado à terra

4.1.4 Drop-Out

Serão usados drop-outs de marca AB-CHANCE ou equivalente com as seguintes características técnicas:

Tensão nominal: Un= 33 KV

Link: ILK= 3 A

Capacidade de corte: 8 KA

Tensão de choque: 150 KA

Distancia de fuga: 432 mm

4.1.5 Isoladores

Serão usados dois tipos de isoladores a saber: Isoladores de cadeia será do tipo HT 1110 e isoladores de passagem STV-36 KV 1116 mm.

4.1.6 Transformador de Potência

Será usado 1 transformador a ser montado para o uso exterior com as seguintes características técnicas:

Potencia: S=160 KVA

Relação de transformação: 33/0.4 KV

Grupo de ligação: Dyn11

Regulação de tensão em vazio: Un +5%; Un; Un - 5%; Un – 10%

4.1.7 Barramento de MT

Os barramentos de MT deverão ser por varões de cobre, com um diâmetro mínimo de 8mm e um afastamento mínimo de 365 mm entre as partes activas e entre outros elementos.

4.1.8 Quadro Geral de Baixa Tensão

Enquanto o transformador fica assente a base superior de alvenaria, o quadro geral de baixa tensão deve ser alojado na base inferior.

O quadro geral de baixa tensão estará alojado dentro de uma caixa metálica galvanizada, de preferência pintada com uma ou duas portas na sua parte frontal.

4.1.9 Disjuntor de Baixa Tensão

O relé do disjuntor dispõe de duas regulações, uma para o valor de sobrecarga (Ith) e outra para o valor de curto-circuito. Estes parâmetros deverão ser regulados, um para o valor nominal da corrente secundaria do transformador e outro para o mínimo indicado.

Assim sendo, será usado 1 disjuntor de marca SACE do tipo A2 ou equivalente com as seguintes especificações técnicas:

4 polos

Tensão nominal: $U_n = 550 \text{ V}$

Corrente nominal: $I_{th} = 125 \text{ a } 250 \text{ A}$

Poder de corte: 15 a 50 KA

4.1.10 Transformadores de Intensidade

Serão montados 3 transformadores de intensidade para:

Tensão nominal $U_n = 400 \text{ V}$ com uma relação de transformação de $a = 250/5$.

4.1.11 Contagem de Energia

O contador geral de energia será trifásico para uma tensão nominal de 400 V e uma amperagem de 3x5 A, devendo ter integrador de ponta.

4.1.12 Barramento de Baixa Tensão

A secção do barramento de baixa tensão na deve ser inferior a secção do cabo que faz ligação com o transformador de potência.

4.1.13 Saídas

Nas saídas deverão ser usados cabo VAV até o primeiro poste da rede de baixa tensão aéreo. A protecção na saída é feita por fusíveis de baixa tensão de alto poder de corte (APC) do tipo NH.

Cabo VAV: $4 \times 70 \text{ mm}^2$ (saídas gerais)

Fusível APC, tipo NH: $I_n = 125 \text{ A}$ (saídas gerais)

4.1.14 Apoios

4.1.14.1 Pórtico de Madeira

Serão usados postes de madeira de eucalipto creosotado da espécie "Eucaliptus Saligna" com 12.25 metros de altura e com o diâmetro mínimo de 15 cm do topo e 23.35 cm na base, no mínimo.

A profundidade de enterramento dos postes será de 1.80 m devendo no fundo das covas serem colocadas lajes, para evitar o seu afundamento.

A distância entre os dois postes deve ser de 2.5 m (entre eixos).

4.1.15 Espiamento

Serão necessárias duas espias montadas no lado oposto de chegada da linha, executadas em arrame galvanizado, ou em cabo de aço adequado.

O ponto de fixação ao pórtico deve situar-se a 10.2 metros de altura enquanto na horizontal deve distar do pórtico 7 m.

Nestas espias serão igualmente montados isoladores de espias adequados a tensão mais alta do posto de transformação.

4.1.16 Amarração da Linha de Média Tensão

Os elementos que compõem a amarração são: as pinças de amarração, cadeias de isoladores, travessas de amarração e acessórios de montagem.

A travessa de amarração deverá ser de um dos seguintes materiais:

- Perfil “L” 100x50x8 mm
- Cantoneira 90x90x9 mm
- Perfil UNP-10 100x50x6 mm (maior superfície na horizontal)

Os isolados de cadeia terão três elementos para tensão de 33 KV. As pinças de amarração serão do tipo EA-5.

4.1.17 Vedação

Todas as instalações que possuam peças nuas em tensão a uma altura do solo inferior a 6 metros devem ser envolvidas por uma vedação que mantenha uma distância segura.

4.1.18 Terras

Terra de serviço

A terra de serviço será ligada ao neutro do transformador. Esta ligação deverá ser feita a partir do quadro geral de baixa tensão, através de um ligador amovível.

Terra de protecção

A terra de protecção ligar-se-ão as massas da aparelhagem de media tensão, assim como todas as partes metálicas de suporte e fixação da aparelhagem incluindo cuba do transformador e o invólucro metálico do quadro geral de baixa tensão.

Condutores de terra

Será usado cabo de cobre nu de 16 mm² de secção até o ligador amovível, situado na base do pórtico e cabo de 35 mm² de secção deste até o eléctrodo de terra no interior do solo.

Eléctrodo de terra

Quer o eléctrodo de terra de protecção quer o eléctrodo de terra de serviço será constituído de varrões próprios para este fim, interligados entre si por cabo de cobre de 35 mm² de secção.

Os eléctrodos da terra de serviço e terra de protecção de deverão distar entre si na horizontal de pelo menos 20 metros.

A resistência de terra deverá ser inferior a 20 Ohms.

4.2 Estimativa de custos

Obra:	Estimativa de Custos para Melhoramento da rede de distribuição de energia eléctrica de BT no Bairro G.Dimitrov-Rua Vermelha					
Local:	Bairro George Dimitrov					
I. RMT & POSTO DE TRANSFORMAÇÃO						
ORD	Designação de Materiais	Unid	QTD	Custo unit. (MTs)	Custo (MTs)	Total
1	Poste de madeira de 12,25Mx0,16/0,18	un	5	14,822.50	74,112.50	
2	Postes de Betão B1250	un	2	68,500.00	137,000.00	
3	Condutor ACSR Squirrel 24.5 mm ²	un	1,200	109.66	131,592.00	
4	Transformador de Potência 160kVA-33/0,4KV	un	1	650,000.00	650,000.00	
5	Cabo VAV 4x185mm ²	m	20	11,680.00	233,600.00	
6	Cadeias de isoladores HT	un	12	3,100.00	37,200.00	
7	Pinça de amarração MT	un	18	650.00	11,700.00	
8	Cabo VAV 4x70mm ²	m	150	4,071.52	610,728.00	
9	Rótula olhais	un	18	1,000.00	18,000.00	
10	Isoladores horizontais c/ pernos-33kV	un	12	3,029.00	36,348.00	
11	Perfil "U" de 100x50x8mm (3m)	un	2	5,500.00	11,000.00	
12	Perfil "L" de 80x80x8mm (3m)	un	7	12,500.00	87,500.00	
13	Para-raios 33 kV	un	3	7,500.00	22,500.00	
14	Drop-outs 33kV	un	3	7,500.00	22,500.00	
15	Quadro Geral de Baixa Tensão de 500A	un	1	120,000.00	120,000.00	
16	Condutor de Cu nu de 35mm ²	m	100	300.00	30,000.00	
17	Espia completa de MT	un	2	5,340.00	10,680.00	

18	Eléctrodos de terra	un	18	650.00	11,700.00
19	Terminais bimetálicos de 185 mm ²	un	9	271.00	2,439.00
20	Terminais de cobre 35 mm ²	un	24	300.00	7,200.00
21	Ligadores paralelos de alumínio	un	12	185.00	2,220.00
22	Ligadores amovíveis	un	2	300.00	600.00
23	Parafusos M18x300x100	un	18	100.00	1,800.00
25	Pernos Roscados M20	un	6	351.21	2,107.26
26	Terminais bimetálicos de 70 mm ²	un	9	159.00	1,431.00
27	Maciço	un	1	50,000.00	50,000.00
SUBTOTAL - I					2,323,957.76
SUBTOTAL - II					0.00
III. REDE DE BAIXA TENSÃO					
	Designação de Materiais	Un	QTD	Custo unit. (MTs)	Custo Total (MTs)
1	Poste de madeira de 9m x 0,14/0,16	un	50	6,700.00	335,000.00
2	CABO ABC/TORÇADA 3X70+55+25MM-A1	m	1000	700.00	700,000.00
3	Pinças de Amarração PC3	m	24	200.00	4,800.00
6	CABO ABC/TORÇADA 3X50+55+25MM-A1	un	1000	590.00	590,000.00
7	CABO ABC/TORÇADA 4X35MM-A1	un	500	513.00	256,500.00
8	CABO ABC/TORÇADA 2X10MM-A1	m	1000	100.18	100,180.00
9	Pinças de amarração PC2	un	50	150.00	7,500.00
10	Pinças de suspensão P/Cabo 4x70mm ²	un	20	450.00	9,000.00

11	Ferro de argola	un	18	500.00	9,000.00
12	Pinças de suspensão P/Cabo 4x50mm ²	un	23	150.00	3,450.00
13	Pinças de suspensão P/Cabo 4x35mm ²	un	12	100.00	1,200.00
16	Espia completa de BT	un	10	2,000.00	20,000.00
SUBTOTAL - III					2,036,630.00
SUBTOTAL A - CUSTO TOTAL DE MATERIAIS (I+II+III)					4,360,587.76
B - MAO DE OBRA					
Descrição		Qtd		Valor	Valor Total (MTs)
Mao de Obra 10%		1	1	436,058.78	436,058.78
SUBTOTAL - B					436,058.78
C - TRANSPORTE					
Descrição		Qtd		Valor	Valor Total (MTs)
Transporte 5%		1	1	218,029.39	218,029.39
SUBTOTAL - C					218,029.39
RESUMO					
Soma (A + B + C)					5,014,675.92
IVA 17%					852,494.91
TOTAL GERAL					5,867,170.83

5 CAPÍTULO V: RESULTADOS, ANÁLISE E DISCUSSÃO

O presente estudo visa a mostrar a metodologia usada para a melhoria da situação actual do bairro George Dimitrov concretamente na rua vermelha.

Como dados iniciais obtidos no levantamento de cargas temos:

5.1 Redimensionamento do PTS-19R

Considerando fases equilibradas tem-se:

$$I_L = \frac{425 + 484 + 540}{3}$$

$$I_L = 483 \text{ A}$$

$$S_L = \sqrt{3} \times 400 \times 483$$

$$S_L = 334.632 \text{ KVA}$$

$$S_{L\%} = \frac{334.632}{315} \times 100$$

$$S_{L\%} = 106.23\%$$

$$S_{OL} = 334.632 - 315$$

$$S_{OL} = 334.632 - 315$$

$$S_{OL} = 19.632 \text{ KVA}$$

O transformador possui um nível de carregamento de 106.23% e uma potência de sobrecarga de 19.632 KVA, assim sendo encontra-se sobrecarregado. Como forma de aliviar a carga actual do PTS19R, far-se-á uma transferência de cargas para um novo PT.

5.2 Verificação da queda de tensão existente na rede do PTS-19R

O PTS-19R está localizado no Bairro George Dimitrov segundo as coordenadas geográficas abaixo:

Latitude: 25°52'59.74" S

Longitude: 32°33'45.34" E

Com o auxílio dum GPS tirou-se as coordenadas geográficas do PT em estudo e introduziu-se as coordenadas na ferramenta Google Earth fez-se a medição distância entre o PTS-19R até o ponto da rede onde há existência de quedas de tensão acentuadas, tendo se obtido o comprimento da rede e com os dados já existentes tem-se:

Comprimento da linha: $L = 496 \text{ m}$

Secção do cabo: $S = 70 \text{ mm}^2$

Resistividade (alumínio): $\rho = 0.028 \frac{\Omega \times \text{mm}^2}{\text{m}}$

Corrente da carga: $IL = 483 \text{ A}$

Tensão Nominal: $U = 400 \text{ V}$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times 0.028 \times 496 \times 483}{70 \times 400} \times 100$$

$$\Delta U = 41.49\%$$

Tendo em conta que a queda de tensão máxima admissível nas zonas rurais não deve ser superior a 8%, verifica-se que a condição não é satisfeita.

Como solução deverá se prever um novo PT do centro de cargas da zona em estudo de forma a diminuir a distância do PT e as cargas que alimenta, com vista na redução das quedas de tensão acentuadas.

5.3 Transferência de carga para o novo PT

Como solução para a sobrecarga que se regista no PTS19R terá que se aliviar a carga actual do PT a partir de uma transferência de carga do PT em estudo para o novo PT de modo a incrementar a capacidade do PTS19R.

De acordo com a regra da EDM o carregamento do transformador não pode ser superior a 85%.

Para tal efeito será feita uma transferência de cerca de 40% da potência instalada, portanto o PTS19R passara a ter um carregamento de 66.23%.

5.4 Dimensionamento do novo PT

O dimensionamento do novo PT será feito tendo em conta a potência da carga transferida para o novo PT que será montado no centro de cargas do bairro com vista a reduzir as quedas de tensão acentuadas que se registam no bairro concretamente as cargas alimentadas pelo PTS19R.

$$S_T = \frac{126}{1.2} \left(1 + \frac{5\%}{100\%}\right)^5$$

$$S_T = 134.01 \text{ KVA}$$

O factor de sobrecarga máxima admissível varia de 0 a 30%, assim sendo escolhe-se 20%, para as zonas rurais considera-se uma taxa de crescimento de 5% e um período estimado para crescimento é de 5 anos de acordo com a regra da EDM.

5.4.1 Escolha do Transformador

A escolha do transformador é feita de acordo com as potências normalizadas, assim sendo a potência nominal deve ser superior a potência total necessária da zona.

$$160\text{KVA} \geq 134.01 \text{ KVA}$$

O transformador escolhido é de 160 KVA.

5.5 Dimensionamento do Ramal de MT

- Corrente de serviço:

$$I_{1n} = \frac{160 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 33 \times 10^3}$$

$$I_{1n} = 2.80 \text{ A}$$

- Secção econômica:

$$S_E = \frac{2.80}{0.8}$$

$$S_E = 3.5 \text{ mm}^2$$

Da tabela A4.4 (Anexo 4) o conductor alumínio-aço indicado terá uma secção de 24.5 mm².

A densidade de corrente é obtida consultando a Tabela 2.2 (Anexo 2).

- Queda de Tensão:

Para linhas curtas, apenas a resistência e a reactância em série são incluídas, isto é, a admitância da linha é desprezível.

Resistência da linha

$$\frac{R}{l} = \frac{\rho}{S} = 1.3659[1 + 0.00403(25 - 20)]$$

$$\frac{R}{l} = 1.3934 \frac{\Omega}{Km}$$

$$R = 1.3934 \times 0.4$$

$$R = 0.56 \Omega$$

Reatância da linha

$$X = 2 \times \pi \times f \times L$$

$$L = 2 \times 10^{-7} \times \ln \frac{D_{MG}}{R_{MG}}$$

- Para a esteira horizontal de alinhamento tem-se:

$$D_{MG} = 0.885 \times \sqrt[3]{2}$$

$$D_{MG} = 1.12 \text{ m}$$

$$R_{MG} = 4.22 \times 10^{-3} \times e^{-\frac{1}{4}}$$

$$R_{MG} = 3.28 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Assim sendo:

$$L_1 = 2 \times 10^{-7} \times \ln \frac{1.12}{3.28 \times 10^{-3}}$$

$$L_1 = 1.17 \times 10^{-6} \frac{H}{m}$$

- Para a esteira horizontal de derivação:

$$D_{MG} = 0.885 \times \sqrt[3]{2}$$

$$D_{MG} = 1.12 \text{ m}$$

$$R_{MG} = 4.22 \times 10^{-3} \times e^{-\frac{1}{4}}$$

$$R_{MG} = 3.28 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$L = 1.17 \times 10^{-6} \times 0.02 + 1.17 \times 10^{-6} \times 0.38$$

$$L = 1.79 \times 10^{-6} \text{ H}$$

Para um quilómetro de linha aérea o valor da indutância é $1.17 \times 10^{-9} \text{ H/Km}$, como a rede em estudo têm apenas 0.4km o valor da indutância é $1.79 \times 10^{-6} \text{ H}$

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 2.8 \times (0.56 \times 0.8 + 1.79 \times 10^{-6} \times 0.6)$$

$$\Delta U = 2.17 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \frac{2.17}{33 \times 10^3} \times 100$$

$$\Delta U\% = 0.006 \%$$

5.6 Dimensionamento de Droup-outs

$$I_{1n} = \frac{160 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 33 \times 10^3}$$

$$I_{1n} = 2.80 \text{ A}$$

Do anexo 3 (Tabela A3.3.), escolheu-se um drop-out com um link de calibre 3 A.

5.7 Dimensionamento do disjuntor de BT

$$I_{2n} = \frac{160 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400}$$

$$I_{2n} = 230.94 \text{ A}$$

Do anexo 5 (Tabela A5.5.), escolhe-se um disjuntor com um calibre de 250 A.

- Determinação do poder de corte

$$Z_{Tr} = 0.04 \times \frac{400^2}{160 \times 10^3}$$

$$Z_{Tr} = 0.04 \Omega$$

$$Z_R \approx R_R = 0.0172 \times \frac{20}{120}$$

$$Z_R \approx R_R = 0.0029 \Omega$$

$$Z_{eq} = 0.04 + 0.0029$$

$$Z_{eq} = 0.07 \Omega$$

$$I_{CC} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 0.07}$$

$$I_{CC} = 3.30 \text{ KA}$$

$$3.30 \text{ KA} \leq P_{dc}$$

O poder de corte do disjuntor deve ser maior ou igual a 3.30 KA.

5.8 Dimensionamento do Cabo Alimentador

O cabo alimentador será multiconductor de cobre enterrado com mais dois cabos e estará submetido a uma temperatura ambiente de 35°C.

Dos anexos 7 e 8 (Tabelas A7.7 e A8.8) obteve-se: $\beta = 0.80$ e $\gamma = 0.76$

$$I_S = \frac{160 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400}$$

$$I_S = 230.94 \text{ A}$$

$$I_C = \frac{230.94}{0.80 \times 0.76}$$

$$I_C = 378.29 \text{ A}$$

Para esta corrente recorre-se ao Anexo 6 (Tabela 6.6) a secção escolhida é de 150 mm², com $I_{max} = 390 \text{ A}$.

- Corrente máxima admissível na canalização

$$I_Z = 390 \times 0.80 \times 0.76$$

$$I_Z = 237.12 \text{ A}$$

- Protecção contra sobrecargas

$$230.94 \text{ A} \leq 250 \text{ A} \leq 237.12 \text{ A} \quad \text{Não verifica!}$$

$$300 \text{ A} \leq 1.45 \times 237.12 \text{ A} \quad \text{Verifica!}$$

Assim sendo recorre-se ao Anexo 6 (Tabela 6.6), escolhe-se a secção imediatamente superior, para $S=185 \text{ mm}^2$ com $I_{\max} = 445 \text{ A}$ tem-se:

$$I_z = 445 \times 0.80 \times 0.76$$

$$I_z = 270.56 \text{ A}$$

$$230.94 \text{ A} \leq 250 \text{ A} \leq 270.56 \text{ A} \quad \text{Verifica!}$$

$$300 \text{ A} \leq 1.45 \times 237.12 \text{ A} \quad \text{Verifica!}$$

Portanto a secção escolhida para o cabo alimentador é de 185 mm^2 .

5.9 Dimensionamento Das Saídas

Será previsto 2 saídas no PT a partir do quadro geral de baixa tensão pelo que a corrente de serviço será dividida em 2 circuitos parciais. Dessa forma para a corrente de serviço parcial tem-se:

$$I_{SP} = \frac{230.94}{2}$$

$$I_{SP} = 115.47 \text{ A}$$

$$I_C = \frac{115.47}{0.80 \times 0.76}$$

$$I_C = 189.92 \text{ A}$$

Com esta intensidade de corrente do Anexo 9 (Tabela 9.9), escolhe-se para a protecção, fusíveis de 125 A.

- Corrente corrigida

$$I_C = \frac{115.47}{0.80 \times 0.76}$$

$$I_C = 189.92 \text{ A}$$

Para a corrente recorre-se a tabela (Anexo) e escolhe-se a secção de 50 mm^2 com uma corrente máxima admissível de 190 A.

- Corrente máxima admissível na canalização

$$I_z = 190 \times 0.80 \times 0.76$$

$$I_z = 115.52 A$$

- Protecção contra sobrecargas

$$115.47 A \leq 125 A \leq 115.52 A \quad \text{Não verifica!}$$

$$200 A \leq 1.45 \times 115.52 A \quad \text{Não verifica!}$$

Assim sendo escolhe-se a secção imediatamente superior, consultando Anexo 6 (Tabela 6.6) escolhe-se a secção de 70 mm² com uma corrente máxima de 245 A.

- Corrente máxima admissível

$$I_z = 245 \times 0.80 \times 0.76$$

$$I_z = 148.96 A$$

- Protecção contra sobrecargas

$$115.47 A \leq 125 A \leq 148.96 A \quad \text{Verifica!}$$

$$200 A \leq 1.45 \times 148.96 A \quad \text{Verifica!}$$

Portanto a secção escolhida é de 70 mm².

6 CAPÍTULO VI: CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

6.1 Conclusão

O presente trabalho teve como principal objectivo melhorar a rede de distribuição de energia eléctrica de baixa tensão.

Nele fez-se o levantamento das cargas para posteriormente redimensionar-se o PTS-19R verificou-se que o PT em questão encontra-se sobrecarregado, como solução deste problema fez-se o dimensionamento do novo PT e o dimensionamento foi feito consoante uma transferência de cargas com vista a aliviar o PT sobrecarregado e como forma mitigação das quedas de tensão se propôs a montagem do novo PT no centro de cargas da zona em estudo.

O presente projecto tem uma estimativa de custo de cerca de 5,867,170.83 Mts.

6.2 Recomendações

Recomenda-se para trabalhos futuros os seguintes itens:

- A verificação de forma sistemática o nível de carregamento do PT
- Verificar o nível de tensão entregue aos consumidores finais
- Verificação periódica do estado da rede

7 CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFIA

- [1] CERTIEL Cadernos Técnicos, Instalações de Edifícios e Entradas, CERTIEL
- [2] EDM (2006), Manual de Montagem de Postos de Transformação Rurais. Maputo
- [3] EDM (2006), Montagem de Linhas de Média Tensão. Maputo
- [4] EDP, Amarrações para Postes de Betão de MT
- [5] Frederico Olavo (2018), Dimensionamento da Rede de Baixa Tensão e Estudo da Iluminação Pública de um Loteamento Industrial – Estágio na Helenos, S.A. Coimbra: ISEC
- [6] <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/distribuicao-energia-eletrica-no-brasil.htm> (Outubro, 2022)
- [7] H. Leite, Elaboração de projectos de linhas aéreas de distribuição de energia. Porto: FEUP, 2008
- [8] L. M. Vilela Pinto; (2000), Técnicas e Tecnologias em Instalações Eléctricas, CERTIEL
- [9] L. Sousa Martins; (2004), Apontamentos para Projecto de instalações eléctricas I. Setúbal
- [10] RESLEAT- “ Regulamento de Segurança de Linhas Eléctricas de Alta Tensão”, Direcção Geral de Energia (1966)
- [11] RSICEE – “Regulamento de Segurança das Instalações Colectivas de Edifícios e Entradas”, Direcção Geral de Energia (1974).
- [12] RSIUEE – “Regulamento de Segurança das Instalações de Utilização de Energia Eléctrica em Baixa Tensão”, Direcção Geral de Energia (1974).
- [13] RSRDEEBT - “Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em Baixa Tensão”, Decreto regulamentar nº9/84II (2006)
- [14] RSSPTS – “Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e de Seccionamento”, Direcção Geral de Energia (1976).
- [15] João Ferreira (2018), Redes de Distribuição de Energia Eléctrica de Média e Baixa Tensão – Estágio na Helenos, S.A. Coimbra: ISEC

[16] Octávio Madureira (2009), Redes de Distribuição de energia de Média Tensão, Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Industrial Ramo Engenharia Eletrotécnica, Instituto politécnico de Bragança 2009

[17] Solidal (2007), Guia técnico. Portugal

ANEXOS

ANEXO 1

Tabela A1-1. Características eléctricas, físicas e mecânicas

Características	Unidades	Cobre	Alumínio	Liga	ACS	Aço
Massa específica	Kg/dm ³	8,89	2,703	2,703	6,59	7,78
Coefficiente dilatação linear	°C ⁻¹	17,0x10 ⁻⁶	23,0x10 ⁻⁶	23,0x10 ⁻⁶	13,0x10 ⁻⁶	11,5x10 ⁻⁶
Modulo de elasticidade	Kg/mm ²	12700	7000	7000	16200	20700
Resistividade a 20°C	Ω.mm ² /m	0,017774	0,028264	0,0305 a 0,0325	0,0848	0,1916
Condutividade a 20°C (%)	I.A.C.S.	97,0	61,0	52,5	20,3	9,0
Cof. Temp. a 20°C	°C ⁻¹	0,00381	0,00403	0,00360	0,00360	-
Calor específico a 20°C	Kcal/Kg°C	0,092	0,215	0,215	0,136	0,110

ANEXO 2

Tabela A2-2. Densidade de corrente em função do nível de tensão

Tipo de Linha Aérea	$U \leq 30 \text{ kV}$	$U = 60 \text{ kV}$
Condutores nus de cobre	1,9	1,7
Condutores nus de alumínio - aço	0,9	0,8

ANEXO 3

Tabela A3-3. Escolha de calibres para Drop-Outs

Potência do transformador (KVA)	Tensões (KV)							
	6,6		11		22		33	
	In	ILK	In	ILK	In	ILK	In	ILK
30	2,6	3	1,6	2	0,8	1	0,5	1
50	4,4	6	2,6	3	1,3	2	0,9	1
100	8,7	10	5,2	6	2,6	3	1,8	2
160	14	15	8,4	10	4,2	6	2,8	3
200	17,5	20	10,5	12	5,3	6	3,5	6
250	21,9	25	13,1	15	6,6	8	4,4	6
315	28	30	16,5	20	8,3	10	5,5	6

ANEXO 4

Tabela A4-4. Características de Técnicas dos cabos de alumínio com alma de aço

Designação		Área (mm ²)			Nº de fios		Diâmetro fios (mm)		Diâmetro (mm)		Massa por unidade de comprimento (kg/km)	Carga de Rotum Nominal (kN)	Resistência Eléctrica máxima a 20°C (G.km)	Modulo de Elasticidade Final N/mm ²	Coeficiente linear de expansão 1/K	Capacidade Nominal ⁽¹⁾ A	Peso de massa Protector de acordo com EN 50182 (kg/km) ⁽²⁾			
Nova	Antiga	Alumínio	Aço	Total	Al	Aço	alumínio	Aço	alma	cabo							Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
11-AL1/2-ST1A	MOLE	10,6	1,8	12,4	6	1	1,50	1,50	1,50	4,50	42,8	4,14	2,7027	76000	18,6E-6	85			2,5	0,4
21-AL1/3-ST1A	SQUIBBEL	21,0	3,5	24,5	6	1	2,11	2,11	2,11	6,33	84,7	7,87	1,3659	76000	18,6E-6	130			4,9	0,8
26-AL1/4-ST1A	GOPHER	26,2	4,4	30,6	6	1	2,36	2,36	2,36	7,08	106,0	9,58	1,0919	76000	18,6E-6	150			6,1	0,9
32-AL1/5-ST1A	WEASEL	31,6	5,3	36,9	6	1	2,59	2,59	2,59	7,77	127,6	11,38	0,9065	76000	18,6E-6	170			7,3	1,1
37-AL1/6-ST1A	FOX	36,7	6,1	42,8	6	1	2,79	2,79	2,79	8,37	148,1	13,21	0,7812	76000	18,6E-6	185			8,5	1,3
42-AL1/7-ST1A	FERRET	42,4	7,1	49,5	6	1	3,00	3,00	3,00	9,00	171,2	15,27	0,6757	76000	18,6E-6	205			9,8	1,5
53-AL1/9-ST1A	RABBIT	52,9	8,8	61,7	6	1	3,35	3,35	3,35	10,1	213,5	18,42	0,5419	76000	18,6E-6	240			12,2	1,9
63-AL1/11-ST1A	MINK	63,1	10,5	73,6	6	1	3,66	3,66	3,66	11,0	254,9	21,07	0,4540	76000	18,6E-6	265			14,6	2,3
63-AL1/13-ST1A	SKUNK	63,2	36,9	100,1	12	7	2,59	2,59	7,77	13,0	463,0	52,79	0,4568	104000	15,3E-6	280	7,3		22,0	12,0
75-AL1/13-ST1A	BEAVER	75,0	12,5	87,5	6	1	3,99	3,99	3,99	12,0	302,9	25,76	0,3820	76000	18,6E-6	300			17,4	2,7
75-AL1/13-ST1A	HORSE	73,4	42,8	116,2	12	7	2,79	2,79	8,37	14,0	537,3	61,26	0,3936	104000	15,3E-6	305	8,5		25,5	13,9
79-AL1/13-ST1A	RACCOON	78,8	13,1	92,0	6	1	4,09	4,09	4,09	12,3	318,3	27,06	0,3635	76000	18,6E-6	305			18,2	2,8
84-AL1/14-ST1A	OTTER	83,9	14,0	97,9	6	1	4,22	4,22	4,22	12,7	338,8	28,81	0,3415	76000	18,6E-6	320			19,4	3,0
95-AL1/16-ST1A	CAT	95,4	15,9	111,3	6	1	4,50	4,50	4,50	13,5	383,3	32,76	0,3003	76000	18,6E-6	345			22,1	3,4
105-AL1/17-ST1A	HARE	105,0	17,5	122,5	6	1	4,72	4,72	4,72	14,2	423,8	36,04	0,2730	76000	18,6E-6	370			24,3	3,8
105-AL1/14-ST1A	DOG	105,0	13,6	118,6	6	7	4,72	1,57	4,71	14,2	394,0	32,65	0,2733	57000	22,3E-6	370			24,3	3,8
132-AL1/20-ST1A	COYOTE	131,7	20,1	151,8	26	7	2,54	1,91	5,73	15,9	520,7	45,86	0,2192	72000	19,0E-6	425	4,3	16,0	34,8	22,8
132-AL1/17-ST1A	COUGAR	131,5	7,3	138,8	18	1	3,05	3,05	3,05	15,3	418,8	29,74	0,2188	63000	21,0E-6	420			10,1	16,7
131-AL1/31-ST1A	TIGER	131,2	30,6	161,9	30	7	2,36	2,36	7,08	16,5	602,2	57,87	0,2292	80000	17,9E-6	430	6,1	18,3	36,5	23,2
158-AL1/37-ST1A	WOLF	158,1	36,9	194,9	30	7	2,59	2,59	7,77	18,1	725,3	68,91	0,1829	80000	17,9E-6	485	7,3	22,0	44,0	30,3
159-AL1/19-ST1A	BINGO	158,7	8,8	167,5	18	1	3,35	3,35	3,35	16,8	505,2	35,87	0,1814	63000	21,0E-6	475			12,2	36,8
183-AL1/43-ST1A	LYNX	183,4	42,8	226,2	30	7	2,79	2,79	8,37	19,5	841,6	79,97	0,1576	80000	17,9E-6	535	8,5	25,5	51,1	35,2
184-AL1/10-ST1A	CARACAL	184,2	10,2	194,5	18	1	3,61	3,61	3,61	18,1	586,7	40,74	0,1562	63000	21,0E-6	525			14,2	42,7
212-AL1/49-ST1A	PANTHER	212,1	49,5	261,5	30	7	3,00	3,00	9,00	21,0	973,1	92,46	0,1363	80000	17,9E-6	585	9,8	29,5	59,0	40,7
211-AL1/12-ST1A	JAGUAR	210,6	11,7	222,3	18	1	3,86	3,86	3,86	19,3	670,8	46,57	0,1366	63000	21,0E-6	570			16,2	48,9
238-AL1/56-ST1A	LION	238,3	55,6	293,9	30	7	3,18	3,18	9,54	22,3	1093,4	100,47	0,1213	80000	17,9E-6	635	11,0	33,2	66,3	43,7
264-AL1/62-ST1A	BEAR	264,4	61,7	326,1	30	7	3,35	3,35	10,05	23,5	1231,4	111,50	0,1093	80000	17,9E-6	680	12,2	36,8	73,6	50,7
324-AL1/76-ST1A	GOAT	324,3	75,7	400,0	30	7	3,71	3,71	11,13	26,0	1488,2	135,13	0,0891	80000	17,9E-6	775	15,0	45,1	90,3	62,2
375-AL1/88-ST1A	SHEEP	375,1	87,5	462,6	30	7	3,99	3,99	11,97	27,9	1721,3	156,30	0,0771	80000	17,9E-6	850	17,4	52,2	104,4	72,0
374-AL1/48-ST1A	ANTELOPE	374,1	48,5	422,6	54	7	2,97	2,97	8,91	26,7	1413,8	118,88	0,0773	70000	19,4E-6	840	9,6	57,9	96,4	73,7
382-AL1/49-ST1A	BISON	381,7	49,5	431,2	54	7	3,00	3,00	9,00	27,0	1442,5	121,30	0,0758	70000	19,4E-6	850	9,8	59,0	98,4	75,2
430-AL1/100-ST1A	DEER	429,6	100,2	529,8	30	7	4,27	4,27	12,81	29,9	1971,4	179,00	0,0673	80000	17,9E-6	930	19,9	59,8	119,6	82,4
429-AL1/56-ST1A	ZEBRA	428,9	55,6	484,5	54	7	3,18	3,18	9,54	28,6	1620,8	131,92	0,0674	70000	19,4E-6	915	11,0	66,3	110,5	84,4
477-AL1/111-ST1A	ELK	477,1	111,3	588,5	30	7	4,50	4,50	13,50	31,5	2189,5	198,80	0,0606	80000	17,9E-6	995	22,1	66,4	132,8	91,5
476-AL1/62-ST1A	CAMEL	476,0	61,7	537,7	54	7	3,35	3,35	10,05	30,2	1798,8	146,40	0,0608	70000	19,4E-6	980	12,2	73,6	122,7	93,7
528-AL1/69-ST1A	MOOSE	528,5	68,5	597,0	54	7	3,53	3,53	10,59	31,8	1997,3	159,92	0,0547	70000	19,4E-6	1050	13,6	81,7	136,2	104,0

ANEXO 5

Tabela A5-5. Escolha de disjuntores e relé

Potência transformador (KVA)	Corrente secundária (A)	Tipo disjuntor "SACE"	Tipo relé	Observações
30	43,3	SN - 125	R-50	-
50	72,2	SN - 125	R-80	-
100	144,3	SN - 250	R-200	-
160	230,9	SN - 250	R-250	-
200	288,9	SN - 400	R-400	deve ser regulado
250	360,8	SN - 400	R-400	"
315	454,7	SN - 630	R-630	"

ANEXO 6

Tabela A6-6. Escolha da secção para cabos com alma conductora de cobre

TABELA 1		Intensidades admissíveis em cabos de tensão nominal 0,8/1,2 kV ou 2,4/3,6 kV					
CONDUTOR	SECÇÃO NOMINAL mm²	CABOS INSTALADOS AO AR			CABOS ENTERRADOS		
		1 condutor	2 condutores	3 e 4 condutores	1 condutor	2 condutores	3 e 4 condutores
COBRE	1,5	27	22	20	34	30	25
	2,5	36	30	28	45	40	35
	4	48	40	36	60	50	45
	6	60	50	48	75	65	60
	10	85	70	65	105	90	80
	16	115	95	90	140	120	110
	25	145	125	110	180	155	135
	35	175	150	130	220	185	165
	50	205	180	150	260	220	190
	70	260	225	195	325	280	245
	95	310	270	235	390	335	295
	120	355	305	270	445	380	340
	150	400	350	310	500	435	390
	185	440	390	355	550	490	445
	240	500	455	410	625	570	515
	300	555	510	470	695	640	590
	400	630	610	560	785	760	700
500	685	—	—	855	—	—	

ANEXO 7

Tabela A7-7. Factor de correção em função do agrupamento de cabos

TABELA 4		Factores de correcção para cabos multicondutores enterrados (β)						
NÚMERO DE CABOS COM PEQUENO AFASTAMENTO		2	3	4	5	6	8	10
Multiplicar os valores das tabelas 1 a 3 por		0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,62	0,60

ANEXO 8

Tabela A8-8. Factor de correção em função da temperatura ambiente

TABELA 7		Factores de correcção para temperaturas ambientes diferentes de 20° C (γ)						
TEMPERATURA AMBIENTE °C		5	10	15	20	25	30	35
Multiplicar os valores das tabelas 1 a 3 por	Tensão nominal até 4,8/7,2 kV inclusive	1,15	1,10	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82
	Tensão nominal 7,2/12 kV	1,20	1,13	1,07	1,00	0,93	0,85	0,76

ANEXO 9

Tabela 9-9. Escolha do calibre para fusíveis

Intensidade nominal (A)	Intensidade convencional de não fusão (A)	Intensidade convencional de fusão (A)
2	3	4
4	6	8
6	9	13
8	12	16
10	15	19
12	17	21
15	21	26
16	22	28
20	28	35
25	35	44
30	39	48
32	41	51
40	52	64
50	65	80
60	78	96
63	82	101
80	104	128
100	130	160
125	162	200
160	208	256
200	260	320
250	325	400
315	410	504
400	520	640
500	650	800
530	820	1008

ANEXO 10

Tabela A10-10. Escolha de para-raios

TENSÃO NOMINAL DA REDE (KV)	Tensão nominal dos Pára-raios "XBE"	
	Neutro isolado	Neutro à terra
6,6	7,2	6
11	12	12
22	24	24
30	36	30
33	36	30

ANEXO 11- ACTA DE ENCONTROS REGULARES



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA	2022ELEPD34	DATA	20/09/2022
--------------------	-------------	------	------------

1.AGENDA

Apresentação do TAT de Estágio Profissional ao supervisor

2.PRESENÇAS

Supervisor	Prof. Doutor Manuel Cumbi
Co-Supervisor	
Estudante	Soniva, André João Da Silva
Outros	

3.RESUMO DO ENCONTRO

Retificação do tema

4.RECOMENDAÇÕES

Revisão de conceitos de Redes de Distribuição de Energia Eléctrica

5.OBSERVAÇÕES	
---------------	--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	06/10/2022
-----------------------------	------------



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA	2022ELEPD34	DATA	06/10/2022
--------------------	-------------	------	------------

1.AGENDA

Apresentação do avanço do trabalho acerca da Revisão Bibliográfica

2.PRESENÇAS

Supervisor	Prof. Doutor Manuel Cumbi
Co-Supervisor	
Estudante	Soniva, André João Da Silva
Outros	

3.RESUMO DO ENCONTRO

Discussão sobre redes de distribuição de energia eléctrica

4.RECOMENDAÇÕES

Fazer um estudo acerca topologia das redes de distribuição de energia electrica

5.OBSERVAÇÕES	
---------------	--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	31/10/2022
-----------------------------	------------



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA	2022ELEPD34	DATA	31/10/2022
--------------------	-------------	------	------------

1.AGENDA

Apresentação do trabalho acerca do dimensionamento do projecto

2.PRESENÇAS

Supervisor	Prof. Doutor Manuel Cumbi
Co-Supervisor	
Estudante	Soniva, André João Da Silva
Outros	

3.RESUMO DO ENCONTRO

Correção de alguns aspectos relativamente ao dimensionamento

4.RECOMENDAÇÕES

Cálculos justificativos acerca da queda de tensão na rede

5.OBSERVAÇÕES	
---------------	--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	16/11/2022
-----------------------------	------------



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA	2022ELEPD34	DATA	16/11/2022
--------------------	-------------	------	------------

1.AGENDA

Apresentação dos cálculos justificativos para a queda de tensão na rede
Apresentação do trabalho acerca das conclusões e recomendações

2.PRESENÇAS

Supervisor	Prof. Doutor Manuel Cumbi
Co-Supervisor	
Estudante	Soniva, André João Da Silva
Outros	

3.RESUMO DO ENCONTRO

Avaliação de todas as partes do projecto
Discussão dos aspectos organizacionais
Considerações finais

4.RECOMENDAÇÕES

5.OBSERVAÇÕES	
---------------	--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	23/11/2022
-----------------------------	------------

ANEXO 12 – RELATÓRIO DE PROGRESSO



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

REFERÊNCIA DO TEMA:	2022ELEPD34
---------------------	-------------

ACTV.	DATA	ESTÁGIO (%)	OBSERVAÇÕES	RÚBRICA
1	20/09/22	20	Melhorar a introdução.	
		100	Pode avançar com a parte da revisão bibliográfica	
2	06/10/22	30	Fazer revisão sobre metodologia de investigação	
		30	Melhorar a organização ou formatação do texto	
	25/10/22	100	Pode avançar para a parte prática	
3	08/11/22	33	Durante a descrição deve se focar no seu caso de estudo	
		80	Melhorar a conclusão e Resumo do trabalho	

ANEXO 13 – GUIA DE AVALIAÇÃO DE RELATÓRIO ESCRITO



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

F1 - GUIA DE AVALIAÇÃO DO RELATÓRIO ESCRITO

Nome do estudante: André João Da Silva Soniva

Referência do tema: 2022ELEPD34

Data: 25/11/2022

Título do tema: Melhoria da rede de distribuição de energia eléctrica de baixa tensão no bairro George Dimitrov, na cidade de Maputo (PTS19R)

1. Resumo										
1.1. Apresentação dos pontos chave 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.

ANEXO 14 – GUIA DE AVALIAÇÃO DA APRESENTAÇÃO ORAL E DEFESA



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

F2 – GUIA DE AVALIAÇÃO DA APRESENTAÇÃO ORAL E DEFESA

Nome do estudante: André João Da Silva Soniva

Referência do tema: 2022ELEPD34

Data: 25/11/2022

Título do tema: Melhoria da rede de distribuição de energia eléctrica de baixa tensão no bairro George Dimitrov, na cidade de Maputo (PTS19R)

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

ANEXO 15 – GUIA DE AVALIAÇÃO ORAL



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

Nome do estudante: André João Da Silva Soniva

Referência do tema: 2022ELEPD34

Data: 25/11/2022

Título do tema: Melhoramento da rede de distribuição de energia eléctrica de baixa tensão no bairro George Dimitrov, na cidade de Maputo (PTS19R)

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

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

OS MEMBROS DO JURI:

O Presidente	
O Oponente	
Os Supervisores	

PEÇAS DESENHADAS

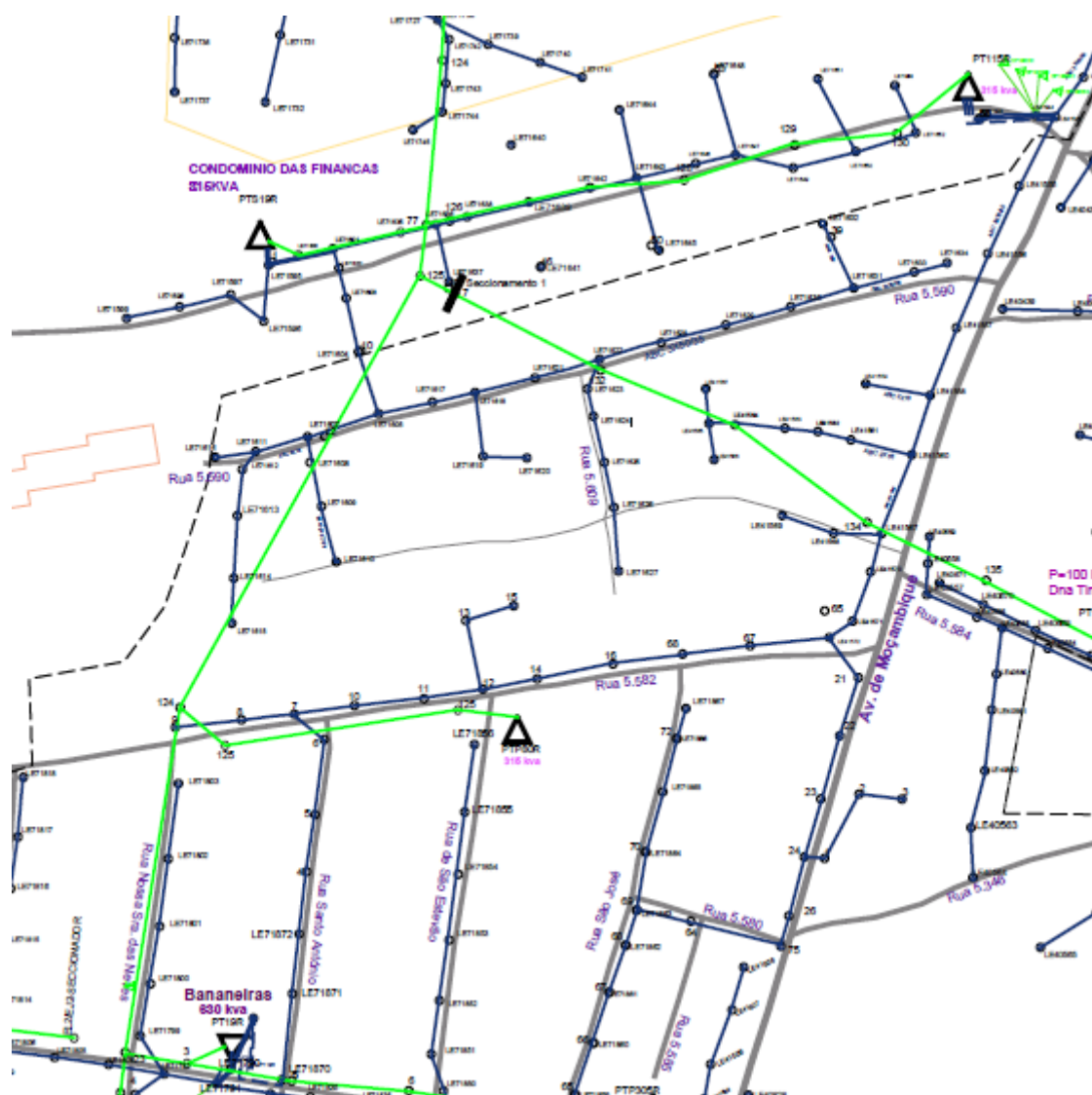
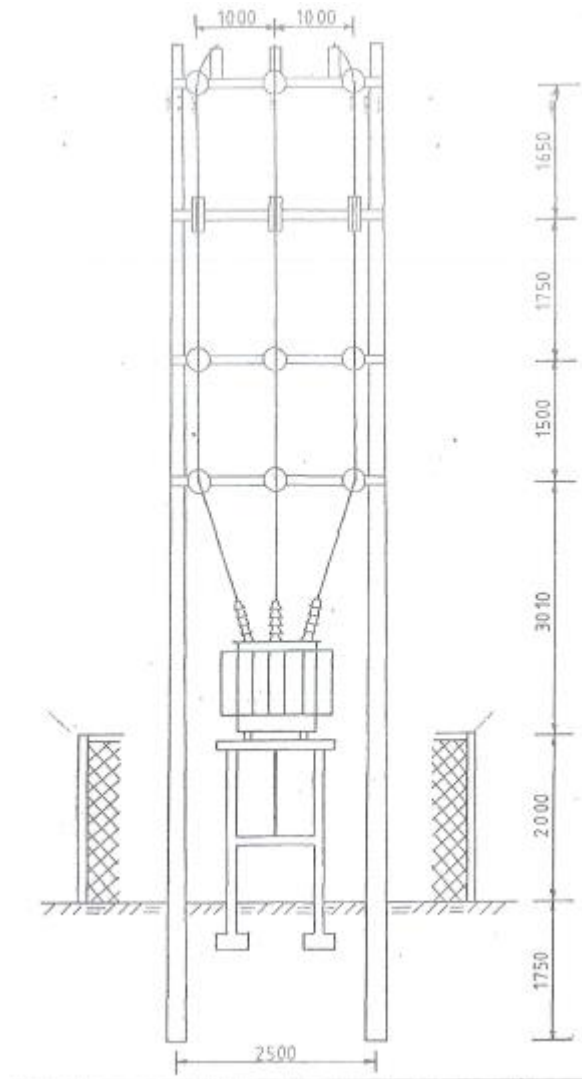


Figura 14. Rede actual da zona em estudo

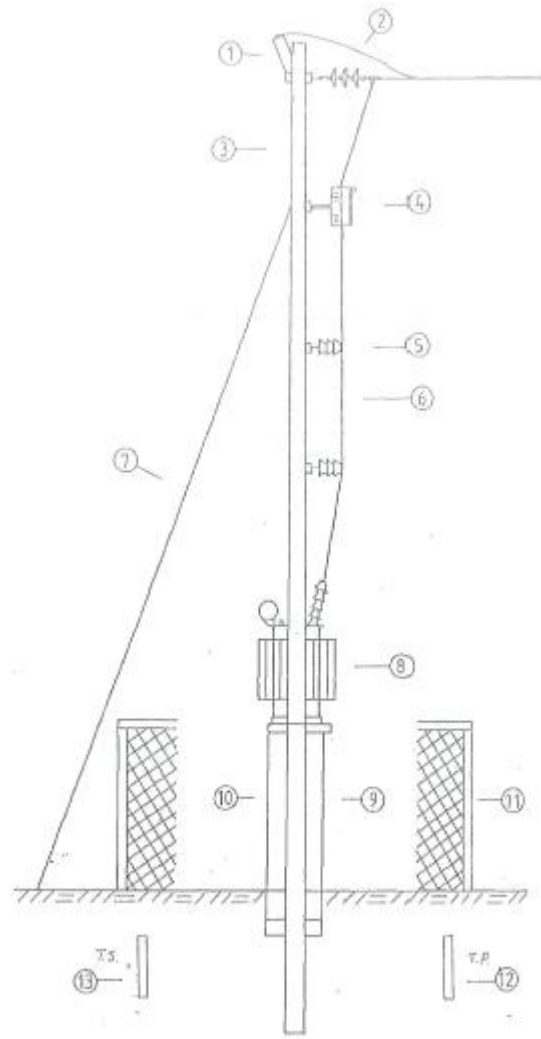
Fonte: DEP

Fonte: Autor (2022)





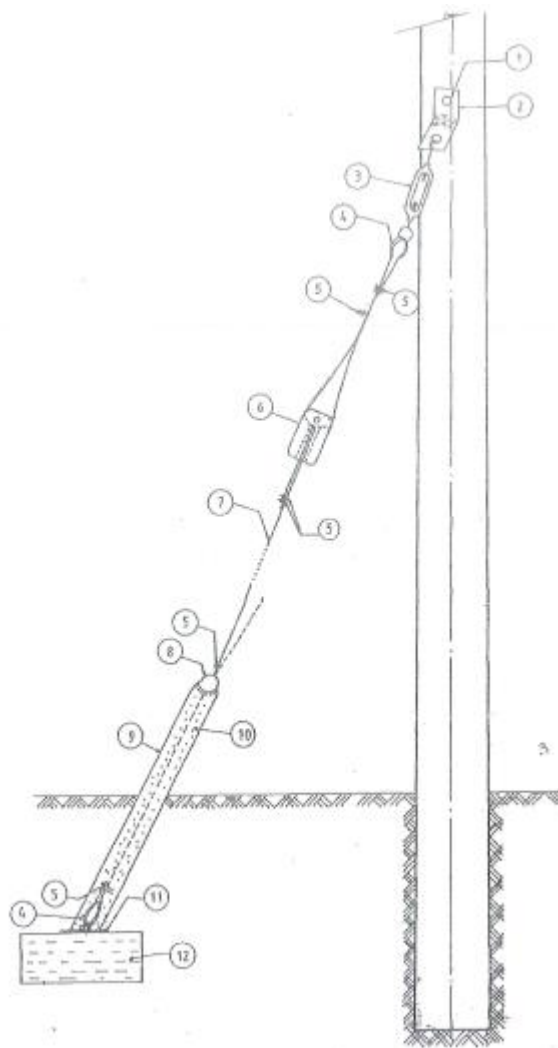
Vista Frontal do PT



Vista Lateral do PT

LEGENDA

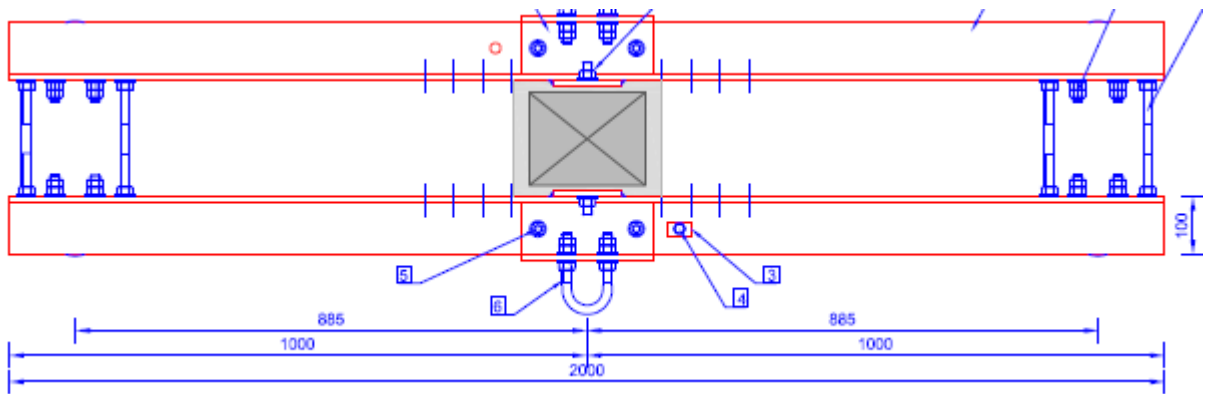
- 1 - Pára-raios do tipo XBE
- 2 - Cadeias de amarração
- 3 - Postes de madeira de 12,25 m
- 4 - Conjunto de Drop-outs
- 5 - Isoladores de apoio de barramento
- 6 - Barramento
- 7 - Espias
- 8 - Transformador de potência
- 9 - Quadro de baixa tensão
- 10 - Base suporte de alvenaria
- 11- Cerca de protecção
- 12 - Electrodo de terra de protecção
- 13 - Electrodo de terra de serviço



Espiamento

Fonte: EDM (2006)

1 - Parafuso de ferro galvanizado M 16x250x100	1
2 - Ferragem de espia galvanizada	1
3 - Esticador de 5/8"	1
4 - Sapatilhos de 5/16"	2
5 - Ligadores crosby 5/16"	8
6 - Isoladores de espia tipo SAG 1075 ELC	1
7 - Arame galvanizado nº 8 (x 3)	15 m
8 - Bola de cimento	1
9 - Tubo galvanizado de 2"	3 m
10 - Areia solta	-
11 - Cimento	-
12 - Placa para espia de betão	1



Amarração em esteira horizontal para alinhamento e derivação