

Maputo, Junho de 2011

(Docente: António Tembe)

*António Tembe*

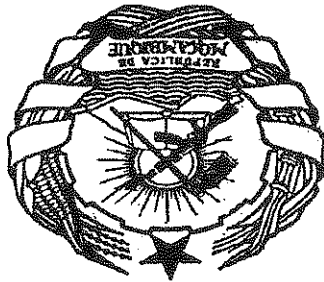
Supervisor do IIM

Estudante: Sérgio Cristovão António Artur

TEMA  
PROJECTO DE MELHORAMENTO DA REDE ELÉCTRICA DE BAIXA TENSÃO  
NO BAIRRO DA URBANIZAÇÃO (PT160R)

TRABALHO DE FIM DO CURSO

REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE  
INSTITUTO INDUSTRIAL DE MAPUTO  
DEPARTAMENTO DE ELECTROTÉCNIA  
CURSO DE SISTEMAS ELÉCTRICOS INDUSTRIAIS



*Mozambique*

(Sérgio Cristóvão Antônio)

*Sérgio Cristóvão Antônio Artur*

(Autor)

1	Declaração de honra	1
2	Dedicatória	2
3	Agradecimento	3
4	Metodologia	4
5	1. Introdução	5
6	2. Objectivo geral	6
7	2.1 Objectivo específica	7
8	3 Lista de abreviaturas ( Símbolos )	8
9	4 Descrição da rede actual	9
9	4.1 Problema do PT	9
9	4.2 Causas	9
10	5. Estágio actual	10
11	6. Cálculo da potência a instalar	11
12	7. Carga PH	12
13	8. Cálculo da potência grupo ( PG )	13
13	8.1 Cálculo das potências para as instituições públicas	13
13	8.2 Cálculo da potência da iluminação pública	13
14	9. Somatório das potências das instituições públicas	14
14	10. Cálculo da potência das instituições industriais	14
15	11. Cálculo da potência actual habitacional	15
15	12. Cálculo da potência aparente habitacional	15
16	13. Potência do transformador	16
16	14. Determinação do comprimento da linha	16
17	15. Dimensionamento das canalizações	17
17	15.1 Escolha da secção da alma condutora	17
19	16. Escolha da secção – cálculos	19
19	17. Escolha da protecção	19
23	18. Protecção contra sobre carga	23
23	19. Cálculo da corrente máxima admissível na canalização	23
24	20. Cálculo de I <sub>45Iz</sub>	24
25	21. Protecção utilizando Disjuntores	25
25	22. Protecção contra curto circuito	25
25	22.1 Resistência eléctrica da canalização	25
25	22.2 Correção da Rc devido ao meio ambiente	25
26	22.3 Resistência eléctrica total	26
26	22.4 Determinação do tempo de corrente do aparelho de protecção	26
27	23. Protecção geral do quadro de baixa tensão	27
28	24. Avaliação da queda de tensão de toda linha	28
29	25. Conclusão	29
30	26. Proposta	30
31	27. Análise crítica	31
32	28. Bibliografia	32
33	29. Anexos	33

### Declaração de hora

Eu Sérgio Cristóvão António Artur, estudante do Instituto Industrial de Maputo, juro pela minha honra ser um grande profissional em todas ocasiões que as empresas ou Estado precisarem dos meus serviços, assim declaro que este trabalho nunca foi apresentado por outros estudantes e nem para qualificação de outro grau académico, é o resultado da minha investigação.

É por minha honra que apresento este trabalho que é da minha autoria e inteira responsabilidade.

### Dedicatória

Este trabalho de graduação é culminar de uma longa marcha o qual dedico em especial aos meus pais, Cristovão Antônio Artur e Atija Salino Gruveta os que me deram a vida, e que apesar de não terem estado perto de mim durante a minha formação.

É com muita humildade que me educaram com muito carinho e amor exclusivamente a minha mãe que sempre se preocupou com o meu bem estar e que esta em todo lado da minha vida.

Aos meus: avós Bonifácio Gruveta e Maria Luisa Massamba

Aos meus irmãos: Ramadan, Eca, Cheila, Raimo, Eddy, Maminho, Lucilio, Diaboa, primos Gruveta, Léo Massamba, Mariana

Aos meus tios: Damiano, Anastancia, Edmundo, Tambo, Chiluva, John, Laífo.

Aos meus amigos e colegas: Rogério Domingos, Ancelmo, Clesio, Nilsa e outros aqui não mencionados.

### Agradecimentos

Aproveito expressar os meus agradecimentos a Instituição que me formou, Instituto Industrial de Maputo aos docentes em geral, em especial o Departamento de Electrotecnia pelo apoio por eles prestado na realização do presente trabalho.

A Electricidade de Moçambique – agência das FPLM, no Departamento DDM meus agradecimento aos Engenheiros: Kassul, Magala, técnicos Mambó, Enuel, e outros técnicos das áreas por onde passei e também aos funcionários que ajudaram-me durante o meu estágio pre-profissional.

Quero endereçar os meus agradecimento aos meus pais e família em geral pelo apoio directo ou indirectamente, ajudaram-me durante a minha formação em especial aos meus avós, Bonifacio Gruveta, Maria Luisa Massamba e meus tios Damiano, Anastácia que tanto ajudaram-me no processo da minha formação.

E por último os meus agradecimentos vão para meus primos, amigos e colegas pela força e coragem que me deram.

### Metodologia

Para o efeito deste trabalho tive em conta os seguintes métodos:

\*Colaborou-se com os técnicos e engenheiros da electricidade de Mogambique (EDM) em geral, nos departamento por onde passei e respectivos supervisores da empresa;

\*Obedeceu-se as regra estabelecidas para a elaboração de um relatório;

\*Consultou-se manuais, livros, mapas, recolha de dados no campo ou terreno e outras ferramentas da empresa EDM;

\*Fez – se a recolha de todos os dados do transformador do PT nº 160R a melhorar que julguei importante ou necessários para realização do meu trabalho.

## I. Introdução

A electricidade de Mogambique (EDM) vem distribuindo e comerciando a energia eléctrica a bastante tempo sendo uma e única concessionária no país a exercer este trabalho.

Nos últimos anos há muita procura de seus serviços pelos consumidores, contudo esta Empresa esta procurando esforços para a expandir a sua rede para todo País, do Zumbo ao Indico.

É Também notório que em algumas zonas no qual já existem a expansão da rede eléctrica, tem havido sobrecargas constante devido ao aumento gradual do numero de consumidores de energia eléctrica e das quedas de tensão nas linhas de distribuição, sendo assim há uma necessidade de melhorar a rede eléctrica por este motivo por atribuído o trabalho de melhoramento de energia eléctrica da baixa tensão numa zona ligada a urbanização alimentada por PTn°160R.



O presente trabalho tem como objectivo dotar o estudante de uma prática profissional que o ajude a conciliar os conhecimentos adquiridos durante o processo de ensino e aprendizagem com aplicação prática destes conhecimentos para o ajude na sua formação, por sua vez, esta prática ajudará em grande medida no desenvolvimento dos seus trabalhos.

## 2. Objectivo Geral

Este trabalho tem como objectivo principal melhorar a rede eléctrica de baixa tensão numa zona do bairro da Urbanização alimentado a partir do posto de alimentação PT nº160R, baixa qualidade de energia (sub tensões) e disparos.

## 2.1.Objectivo Especifico

### 3. Lista de abreviaturas ( Símbolos )

P.inst.	Potência instalada (KW)
Ku	Factor de utilização
Pc	potência de uma casa (KW)
Ks	factor de simultaneidade
PG	Carga de um grupo de casa (KW)
PH	Potencia habitacional
SH	potência aparente (KVA)
Co <sub>se</sub>	Factor de potência
Plamp	Potencia de cada lâmpada (W)
P <sub>ip</sub>	Potencia da iluminação pública (KW)
P <sub>ip</sub>	Potencia das instalações públicas (KW)
Cab	Potencia de cabeleireiro (KW)
P <sub>ser</sub>	Potencia de serralharia (KW)
St	Potencia do transformador (KVA)
Sn	Potencia normal do transformador (KVA)
CL	Comprimento da linha
N <sup>vao</sup>	n° de vãos
L <sup>vao</sup>	comprimento de vão
Isn	corrente serviço em regime normal (A)
S	Potencia aparente 8KVA)
U	Tensão composta de baixa tensão (V)
ΔU%	queda percentual máxima admissível (%)
ΔU <sub>pu</sub>	Queda de tensão unitária (V/Akm)
I	Corrente (A)
I	comprimento de circuito de alimentação ate a carga (Km)
Icc	Intensidade de curto circuito máxima transmitir (A)
t	Tempo de duração do curto circuito (s)
Is	corrente serviço (A)
s	secção(mm <sup>2</sup> )
K	constante
Iz	corrente máxima admissível na canalização (A)
In	corrente nominal (A)
Inf	corrente de não fusão (A)
If	corrente de fusão (A)
Rt	posto resistencia eléctrica ( Ω )
PT	posto de transformação
r/Km	resistência por kilometro ( Ω )
BT	baixa tensão
δ	densidade de corrente admissível

#### 4. Descrição da rede actualmente

PT pórico

Potencia do transformador -315KV-3saídas ou canalizações.

Tipos de dispositivos – fusíveis do tipo GL, NH1160A com poder de corte 100KA

Tensão nominal -220/400V

Cabo da saída do transformador ate ao quadro das protestes (armário) - VAV120mm<sup>2</sup>

Cabo da saída do armário para primeiro poste VAV4x95mm<sup>2</sup>+50,0,8/1,2KV

Localização – Bairro da urbanização

#### 4.1. Problemas do PT

Disparos e cortes frequentes no bairro

#### 4.3. Causas

Os disparos e cortes frequentes é devido aos calibres dos fusíveis que não aguentam com a carga e da respectiva secção.

## 5. Estágio actual de carga

405 casas P.inst=3.3KW

1 Cabelereiro P.inst=3.3KW

1 Serralharia P.inst=13.2KW

6 Lampadas de IP de P.inst=125W (cada)

Nº de postes = 25 de Madeira

## 6. Cálculo da potência a instalar

A capacidade do posto de transformação a montar segue a regra comum para o cálculo da carga de um básico habitacional.

O cálculo da carga de um básico habitacional, sob ponto de vista aceita – se uma potência instalada dos prédios, casas, etc.

Este facto fornece a definição de um factor de utilização da potência instalada ( $K_u$ ), geralmente o factor de utilização de uma casa varia entre 0,4 à 0,7.

A carga ( $P_c$ ) de uma casa será:

$$P_c = P_{\text{inst}} \cdot K_u$$

Num bairro habitacional a necessidade de carga não é a mesma, por isso, é necessário ter em conta o factor de simultaneidade ( $K_s$ ).

A carga de um grupo ( $P_G$ ) de várias casas habitacionais será:

$$P_G = n \cdot P_{\text{inst}} \cdot K_u \cdot K_s \quad (1)$$

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

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

Num bairro para além de habitação existem instituições públicas tais como: lojas, escolas, hospitais, administrações, etc. Estas instituições tem potências instaladas diferentes. Para as instituições públicas também existe um factor de simultaneidade ( $K_s$ ), que é geralmente 0,85.

Assim a potência das instituições públicas (PIP) será:

$$PIP=0,85 \sum P_{inst} \times K_u \quad (3)$$

### 7. Carga PH

Esta carga é que determina a potência dos transformadores.

Mas deve-se ter em consideração o aumento da carga, que geralmente pode ser de 5-95 da carga num ano.

Para um bairro habitacional considera-se um factor de potência (cos $\phi$ =0,8)

$$SH=PH/\cos\phi \quad (4)$$

Assim a potência de um transformador é dado por:

$$St=SH (1+\alpha)^2 \quad (5)$$

Valores de cálculo

Factor de simultaneidade

Através da fórmula (2) obtém-se:

$$K_s=0,2+0,8/\sqrt{405}$$

$$K_s=0,24$$

### 8. Cálculo da potência grupo (PG)

Através da fórmula (1) obtém-se:

$$PG=405 \times 3,3 \times 0,6 \times 0,24$$

$$PG=192,46KW$$

### 8.1 Cálculo das potências das instituições públicas

#### 8.2 Cálculo da potência da iluminação pública

Segundo a tabela, o factor de utilização de iluminação pública é  $K_u=1$ , (ver o anexo I) sendo assim a potência de iluminação pública é obtida seguinte expressão:

$$P_{ip}=n_{Lamp} \times P_{Lamp} \times 25\% \times n_{Lamp} \times P_{Lamp}$$

$$P_{ip}=6 \times 125W + 25\% (6 \times 125)$$

$$P_{ip}=750 + 187,5$$

$$P_{ip}=937,5W$$



### 9.Somatório das potências das instituições públicas

Para a obtenção do somatório das potências das instituições públicas considera-se o factor de simultaneidade ( $K_s=0,85$ )

$$PIP=0,85 \sum P_{inst} \times K_u$$

Atavés da fórmula (3) obtêm-se:

$$PIP=0,85 (3,3 \times 0,6+0,94 \times 1)$$

$$PIP=0,85 (1,98+0,94)$$

$$PIP=0,85 \cdot 2,92$$

$$PIP=2,48KW$$

### 10.Cálculo da potência das instituições industriais

Para o cálculo desta potência considera-se o factor de simultaneidade  $K_s=0,8$ , segundo as tabelas no anexo I.

$$P_{ser}=n \cdot K_s, \text{ ser xp, inst}$$

$$P_{ser}=1,0,8,13,2KW$$

$$P_{ser}=10,56KW$$

### 11. Cálculo da potência actual habitacional

$$P_H = P_G + P_{IP} + P_{scr}$$

$$P_H = 192,46 + 2,48 + 10,56$$

$$P_H = 205,5 \text{KW}$$

### 12. Cálculo da potência aparente habitacional

Na determinação das potências aparentes desta carga, deve se ter em conta o factor de potencia

$$\text{Cos}\phi = 0,8$$

Através da fórmula (4) obtém-se:

$$S_H = 205,5 / 0,8$$

$$S_H = 256,04 \text{KVA}$$

### 13. Potência do transformador

A potência do transformador é dada por:

Através da fórmula (5)

$$S = 256,04 (1 + 0,05)^5$$

$$S = 281,64 \text{KVA}$$

Nos valores normalizados dos transformadores a potência nominal deve ser superior a potência do trabalho, olhando para estas duas potências (281,64KVA e 315Kkva) nota se logo que satisfazem a condição do regulamento (RSUEB) que diz:

$$S_t < S_n \leftrightarrow 281,64 \text{KVA} < 315 \text{KVA}$$

Sendo assim não há necessidade de mudar o transformador localizado no PT 160R na zona do bairro de Urbanização porque não esta sobre carga.

### 14. Determinação do comprimento da linha

$$CL = n_{\text{vão}} \times L_{\text{vão}}$$

$$CL = 23 \times 40$$

$$CL = 920 \text{m}$$

$$CL = 0,92 \text{km}$$

## 15. Dimensionamento das canalizações

### 15.1 Escolha da secção da alma condutora

A escolha da secção da alma condutora, seguirá três etapas de ponto de vista eléctrico e térmico:

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

No anexo 2: esta representada a tabela de características eléctricas dos cabos VV e VAV.

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

$$I_{sn} = S/U \cdot \sqrt{3}$$

- Critério da escolha da secção da alma condutora em função da máxima queda de tensão admissível.

O limite a queda de tensão estabelecida pelo regulamento de segurança das redes de distribuição de energia eléctrica de baixa tensão (RSRDEEBT), no seu 9º artigo, desde a origem da instalação (transformador) até as cargas de utilização electricamente mais afastado, suposto ligados todos aparelhos de utilização que possam funcionar simultaneamente é 8% da tensão nominal da rede de distribuição.

A queda máxima admissível é dada pela seguinte expressão:

$$\Delta U(\%) = U_{pu} \cdot I \cdot 100/V$$

\*Dimensionamento da secção para o aquecimento em caso de curto circuito

Com o propósito de calcular a capacidade de curto circuito, é assumido que o intervalo da duração do mesmo seja pequeno ( $< 5s$ ) de modo que o calor gerado pelo fluxo de potência de curto circuito fique armazenado no condutor, não havendo portanto troca de calor com o meio ambiente. Esta hipótese permite o cálculo da densidade da corrente admissível da alma, em função da duração do curto circuito e das temperaturas limites, a secção a escolher é o valor normalizado imediatamente superior a

$$S = I_{cc} / \delta$$

$\delta$  = densidade da corrente admissível em (A/mm)

$$\delta = \delta_0 / \sqrt{t_1}$$

$\delta_0$  valor para uma duração de curto circuito igual a 1s em função de:

- Natureza do metal condutor

- Temperatura da alma do curto circuito

- Temperatura máxima admissível para o isolante considerado no final de curto circuito.

## 16. Escolha da Secção - Cálculos

De acordo com a disposição geográfica dos potenciais consumidores na área estudada e tecnicamente viável prever três (3) circuitos eléctricos partir do quadro geral de distribuição. Os três circuitos serão dimensionados para a mesma capacidade a medida da capacidade de transformador

É de salientar apenas que serão dimensionadas as canalizações subterráneas que irão partir do quadro geral de BT ate ao primeiro poste onde começa a rede aérea em cabo torçado de acordo com as características da rede

Dados iniciais

- Três (3) saídas enterradas em terreno normal, seco com resistividade técnica de 1Km/v

- Duas saídas estão enterradas juntamente, e uma sozinha
- Temperaturas do solo a 30°C
- Comprimento de cada saída igual a 40m
- Tensão nominal 220/400,50Hz

$$I_{sn} = S/U\sqrt{3}$$

$$I_{sn} = 315000/380.\sqrt{3}$$

$$I_{sn} = 478,593A$$

Uma vez que a carga será repartida em três circuitos, esta corrente será dividida em três canalizações idênticas.

Tendo a corrente  $I_{sn}$ , vou dividir por 3 dumna vez que o PT saídas

$$I_s = I_{sn}/3$$

$$I_s = 478,593/3$$

$$I_s = 195,53^a$$

Escolhendo a secção pelo critério de máxima corrente admissível, consultando a tabela dos cabos VAV, obtêm-se a secção  $95 \text{ mm}^2$  VAVx  $95 \times 50,0,8/1,2 \text{ KV}$

Pelo critério da queda de tensão

Seja 1% a máxima queda de tensão admissível para cada canalização para o comprimento de

40m

$$\Delta U = \Delta U (\%) \text{ V}/1.100$$

$$\Delta U = 1.380/0,4.269.100$$

$$\Delta U = 0,0353 \text{ [V/A.m]}$$

Pelo critério de aquecimento em caso de curto circuito.

Neste caso é considerada uma canalização de cobre isolado a polietileno de vento.

• Temperatura de alma em regime permanente ( $\theta_d = 70^\circ\text{C}$ )

• Temperatura admissível de alma ao fim de curto circuito ( $\theta_f = 160^\circ\text{C}$ ).

### Protecção das canalizações contra sobre intensidade

Todos os condutores activos deverão ser protegidos contra sobre a intensidade, por aparelhos de corte automático. A natureza destes últimos (corta – circuito fusíveis e disjuntores), as suas características de funcionamento e as suas aplicações deverão de tal maneira escolhidos, que o funcionamento resultante de sobre intensidade prevista não seja prejudicial ao comportamento dos condutores, as suas ligações e ao meio ambiente.

O neutro não deve possuir qualquer órgão de protecção

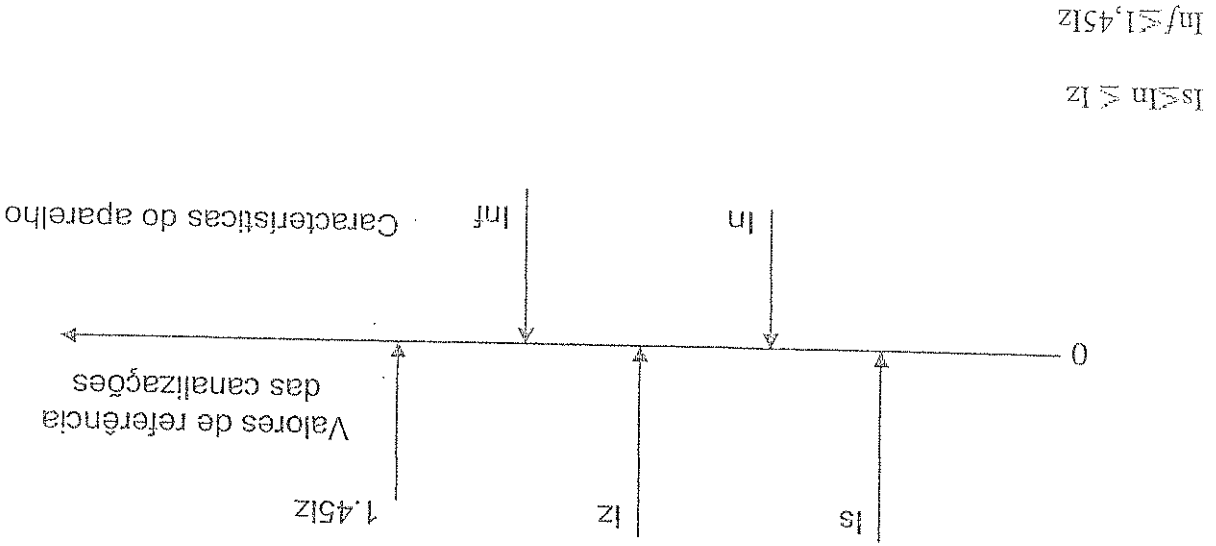
Segundo o regulamento de segurança de instalação de utilização de energia eléctrica temos:

**\*Dispositivo de protecção contra sobrecargas**

- A sua intensidade limite de não funcionamento ( $I_f$ ) não deveser superior a 1,45 vezes a intensidade máxima admissível na canalização ( $I_z$ )
- A sua intensidade normal ( $I_n$ ) ou de regulação, não deveser superior a intensidade máxima admissível na canalização.

A corrente máxima admissível corresponde a corrente tabelada para secção dada, corrigida para as condições de montagem, agrupamento e temperatura de montagem.

A figura seguinte esquematiza as relações atrás consideradas





O dispositivo de protecção contra curto circuito devera responder as condições seguintes:

- Poder de corte pelo menos igual de curto circuito previsto nesse ponto de instalação.
- Tempo de corte em segundos inferiores ao calculado pela seguinte fórmula (com o tempo máximo de 5s)

$$\sqrt{t} = KXS/icc$$

Tabela I

Natureza do isolante	Natureza do metal condutor	
	Cobre	Alumínio
PVC	115	74
Borracha, PEX	135	87

Tabela: constante K para diferentes isolantes em cabos de cobre e alumínio

É de notar que o aparelho de protecção contra curto circuitos deve ser capaz de eliminar um curto circuito mínimo, que normalmente é monofásica no extremo mais afastado da fonte.

### 17. Escolha de proteção

Contra sobre carga nas canalizações

Dados:

Cabo-VAV (cobre)

Seccao- $95\text{mm}^2$

Nº de condutores-3

Nº de cabos enterrados -3

Temperatura do ambiente - $30^\circ\text{C}$

Tensão nominal do cabo- $0,8/1,2\text{KV}$

### 18. Proteção contra sobrecargas

A intensidade máxima admissível, por consulta da tabela no anexo 2, para cabos enterrados com três condutores de cobre com secção igual a  $95\text{mm}^2$  obtém-se 295A

$$S=95\text{mm}^2 \quad I_{\text{máx}}=295\text{A}$$

Factores de correção  $\beta$  e  $\gamma$

A proximidade de outro cabo e a temperatura do meio ambiente influencia o valor da intensidade admissível pelos condutores dos cabos. Assim por consulta da tabela no anexo 3, por um total de 3 cabos multicondutores enterrados obtém-se

$$\beta=0,90$$

$$\gamma=0,88$$

### 19. Cálculo da corrente máxima admissível na canalização ( $I_z$ )

$$I_z_{\text{max}} \cdot \beta \cdot \gamma$$

$$I_z=295 \cdot 0,80 \cdot 0,88$$

$$I_z=260,12\text{A}$$

20. Cálculo de  $I_{f,45Iz}$

Na protecção contra sobrecargas deve se verificar a seguinte condição:

$$I_{f,45Iz} \rightarrow 1,45 \cdot I_{z,260,12} = 377,17A, \text{ sendo assim}$$

Consultando o quadro 2, no anexo 4 para fusíveis do tipo GL o valor de  $I_f$  é imediatamente inferior a 377,17 e  $I_n = 300A$

$$I_n = 300A \text{ ----- } I_n = 250$$

Verifica-se também a segunda condição

$$I_n 250 \leq 260,12A$$

Escolhendo por isso 3 fusíveis do tipo GI (por fase 9, colocando no início da canalização a

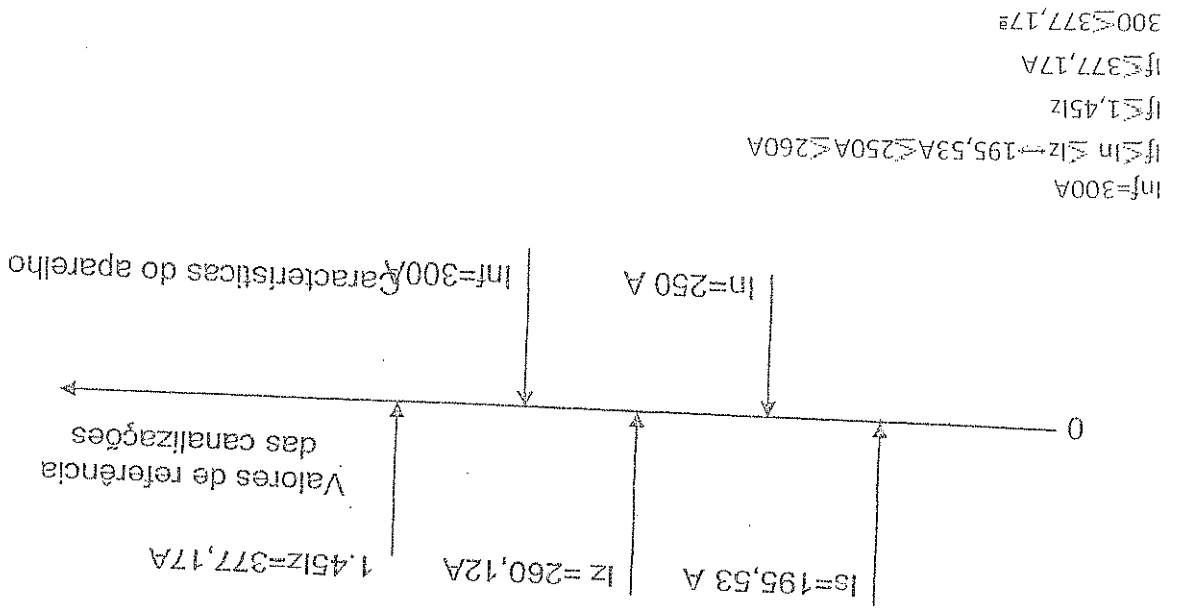
proteger.

Cada canalização deveria ser protegida com os fusíveis do tipo GL NH2 LEGRAND, com o calibre máximo de 250A, com o poder de corte de 100KA, sem prejuízo, de acordo com a

carga por canalização.

Na curva de característica estão representadas as curvas de fusíveis LEGRAND

Representação da recia



### 21. Protecção utilizando disjuntores

Tal como foi visto em cálculo anterior deve se verificar a condigão

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

$$I_f \leq 377,1 A$$

Assim por consulta do quadro 3, ano anexo 5 (para disjuntores) o valor de  $I_{nf}$  é imediatamente inferior

$$I_{nf} = 315 A \text{-----} I_n = 315 A$$

Escolhemos portanto um disjuntor trifásico com disparador térmico do calibre  $I_n = 315 A$

### 22. Protecção contra curto circuito

#### 22.1 Resistência eléctrica da canalização (Rc)

Por consulta da tabela no anexo 2 para dados multicondutores cabeados (VAV) condutores de alma de cobre não estanhado de secção igual a  $95 \text{ mm}^2$  optemos  $r = 0,193 \Omega / \text{Km}$  (ver anexo 6  $\Omega / \text{Km}$ ), sendo assim teremos  $0,193 / 1000$

Duma vez que o curto circuito acontece em dois condutores teremos

$$R_c = 2 \times 40 \times 0,193 / 1000$$

$$R_c = 0,05 \Omega$$

#### 22.3 Correção de Rc devido ao meio ambiente

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

$$R_c = 0,015 [1 + 0,004 (30^\circ \text{C} - 20^\circ \text{C})]$$

$$R_c = 0,150 \Omega$$

## 22.4 Resistência eléctrica total ( Rt )

$$R_t = R_c + R_m$$

$$R_t = 0,150 + 0,18$$

$$R_t = 0,027\Omega$$

Rm-resistência do campo a montante do quadro onde vai ser instalado o fusível

Cálculo da corrente do curto circuito

$$I_{cc} = U/R_t$$

$$I_{cc} = 380/0,027$$

$$I_{cc} = 14074,07^a$$

## 22.5 Determinação do campo de corte do aparelho de protecção

$$\sqrt{I} = K \times S / I_{cc}$$

$$\sqrt{I} = 115 \times 95 / 14074,07$$

$$\sqrt{I} = 0,786$$

$$I = 0,786$$

$$I = 0,8s \quad t < 5s$$

K=115 valor tabelado, veja na tabela de constante

### 23. protecção geral do quadro de baixa tensão

O quadro geral de baixa tensão será protegido usando um disjuntor electromagnético EN60947-2STANDARD tipo FK800,  $I_n=800A$ , Poder de corte 50KA, com a regulação para 0,5 In.

As três canalizações de saída serão protegidas por fusíveis GL NH2 de 250A.

## 24. Avaliação da queda de tensão de toda linha

Segundo o artigo 425 do RSUEB, a queda de tensão em linhas não deve ser superior a 5% da tensão nominal da instalação.

$$\Delta U\% = 1,06 \times r \times I \times \cos \phi / 2200$$

$$\Delta U\% = 1,06 \times 0,193 \times 195,53 \times 0,92 \times 0,8 / 2200$$

$$\Delta U\% = 0,013\%$$

r resistência por quilômetro do alumínio ver no anexo 6

Esta queda cumpre com o regulamento (RSUEB)

## 25. CONCLUSÃO

- Sendo o trabalho de melhoramento foi identificado o problema que cria cortes e disparos frequentes naquele bairro de urbanização, sendo assim deve se mudar todos os fusíveis que se encontram lá, isto é mudar os calibres 160A para 250A e mudar a secção que lá existe, neste caso, sendo alumínio colocar-se-á a secção duplicada de 95mm<sup>2</sup>, isto porque a condutibilidade de alumínio e do cobre não é a mesma.

Outras conclusões a considerar

- A elaboração de um projecto de uma instalação eléctrica, é baseada nas diversas variáveis não controláveis, tais como. Potência, as condições de clima e a evolução de carga.
- É comum em muitos casos, a divergência dos resultados teóricos e práticos na elaboração de um projecto.
- Na execução do projecto de instalação eléctrica, ocorrem situações em que são negligenciados aspectos de natureza técnica, devido as condições do local ou outras razões, prevalecendo deste modo as decisões tomadas aleatoriamente pelo executante da obra.



## 20. Propostas

É com muita vontade que elogio a Electricidade de Moçambique (EDM) pelo empenho que concerne as questões sócio culturais, que tem demonstrado esforço para o melhor a rede eléctrica bem como a sua expansão em todo o país.

Espero que esta minha proposta seja útil nesta instituição.

\*Havendo problemas no PT nº160R, a EDM devia mobilizar a mudança de todos os fusíveis e a secção dos condutores que lá tem. É colocando os dimensionados actualmente.

\*Qualquer projecto deve ser elaborado tendo como suporte: Cálculos científicos e justificativos;

\*Antes de começar com a elaboração de um projecto eléctrico deve se obter toda a informação fiável e credível sobre a natureza da instalação, a natureza do local da instalação, regime do funcionamento, pois estes factores contribuem para uma projecção com máxima segurança e qualidade.

\*Qualquer execução de um projecto deve ser fiscalizado por pessoal competente na matéria.

\*A mudança dos postes cansados, e também efectuar trabalhos de qualidade na implantação dos postes de modo a evitar a inclinação que constitui a perigo para o público.

\*A preocupação da EDM não deve ser só de expandir a rede, mas também preocupar-se em fornecer uma energia de boa qualidade evitando cortes frequentes aos consumidores.

\*Aumento da iluminação na via pública.

## 27. Análise Crítica

O estágio constituiu, sem dúvida uma oportunidade para um ambiente profissional, o estagiário teve oportunidade de implementar a vasta gama de conhecimentos teóricos que acumulou nas diversas disciplinas integrantes do curso de sistemas eléctricos.

O estágio profissional proporcionou ao estudante um ambiente de ensino e aprendizagem em que podia, efectivamente, aprender a saber fazer.

Durante o estágio, foi possível notar que a execução das diversas actividades não tem seguido as regras recomendadas pelas normas de segurança, visto havendo escassez dos meios materiais. Também foi possível notar a falta de uma fiscalização adequada pelo pessoal competente nos casos em que seja pertinente.

Algumas obras têm sido projectadas de maneira empírica, sem de certa maneira, recorrer-se ao cálculo justificativo.

Apesar das irregularidades mencionadas, pode-se notar um elevado nível de profissionalismo por parte dos técnicos.

## 28. BIBLIOGRAFIA

1. SOLIDAL-Guia técnico
2. Power system, "Analysis and Design. J. Duncan Glover, Mukutilla S. Sarmé."
3. Curto –circuito," 3ª edição -Geraldo Kinderman
4. Antonio Tembe. Instalações eléctricas editado (2007-2008)
5. Barbaro Amor. Máquinas eléctricas /P.T.D.E, Editado em (2008)

- ANEXO 1- Tabela de fatores de utilização e de simultaneidade
- ANEXO 2- Tabela de VAV e VV
- ANEXO 3- Tabelas de fator de correção de cabos
- ANEXO 4- Tabela de fusíveis ( quadro2)
- ANEXO 5- Tabela de disjuntores (quadro 2 )
- ANEXO 6- Tabela 6 Características das almas condutoras de cobre
- ANEXO 7- Tabela 7 Características das almas condutoras de alumínio

29-  
ANEXOS

**ANEXO-1**

Sh- potência aparente do bairro habitacional (VA)

cos- fator de potência média

As tabelas que seguem apresentam os fatores de utilização (Ku) e de simultaneidade (Ks) para as instituições públicas e instalações industriais respectivamente.

Fatores de utilização das instituições públicas

Instalação pública	Ku
Escola	0,75
Jardim infantil	0,75
Administração	0,5
Restaurante	0,75
Supermercado	0,9
Talho	0,5
Loja de mercadorias industriais	0,75
Cabeleireiro	0,6
Correio	0,8
Policlínica	0,3
Lavandaria	0,95
Lojas desconhecidas	0,75
Iluminação pública	1

Fatores de simultaneidade das instituições industrial

Instalação industrial	Ks
Carpintarias	0,15-0,3
Serrações	0,8
Fábricas de móveis	0,25-0,4
Empresas petrolíferas	0,3-0,35
Indústria metalúrgica	0,35
Minas	0,7-0,8
Centrais eléctricas	0,75-0,8
Fábricas de cimento	0,5-0,85
Fábricas de fibra sintética	0,6-0,7
Fábricas de máquinas ferramentas	0,25
Fábricas de aço	0,35
Fábricas de calçado	0,4-0,5
Fábricas de papel	0,35-0,45
Oficinas de automóveis	0,15-0,5
Cervejeira	0,4-0,5
Tipografia	0,2-0,35
Indústria têxtil	0,3-0,6

ANEXO 2-

Tabela I- (BT.CU.PVC)

Características eléctricas dos cabos VV, VAV

Baixa tensão – condutor em cobre – Revestimento em PVC

Secção nominal mm <sup>2</sup>	1 Condutor			2 condutores [5]			3,4 e 4+T condutores [6]		
	Instalação ao ar (3)	Instalação subterrânea (2)	Intensidade de A	Instalação ao ar (3)	Instalação subterrânea (2)	Intensidade de A	Instalação ao ar (3)	Instalação subterrânea (2)	Intensidade de A
0,5	-	-	12	-	-	10	-	-	9
0,75	-	-	15	-	-	13,5	-	-	12
1	-	-	18	-	-	14,5	-	-	13
1,5	34	23	20,200	30	19	23,300	-	-	17
2,5	45	31	12,400	40	26	14,300	35	24	24
4	60	42	7,770	50	35	8,940	45	31	31
6	75	52	5,520	65	44	6,000	60	42	42
10	105	74	3,140	90	61	3,000	80	57	57
16	135	96	2,020	120	83	2,300	110	79	79
25	180	127	1,310	155	110	1,480	135	96	96
35	225	158	0,963	185	132	1,080	165	114	114
50	260	184	0,734	220	158	0,822	190	132	132
70	345	242	0,533	280	198	0,589	245	171	171
95	410	290	0,406	335	237	0,443	295	206	206
120	485	343	0,340	380	268	0,360	340	237	237
150	550	387	0,299	435	308	0,313	390	272	272
185	630	444	0,250	490	343	0,265	445	312	312
240	740	523	0,210	570	400	0,218	515	360	360
300	855	602	0,183	640	448	0,188	590	413	413
400	1015	721	0,160	760	536	0,164	700	492	492
500	1170	822	0,140	-	-	-	-	-	-

(1) As intensidades da corrente são indicadas para um cabo monopolar sem influências técnicas exteriores. No caso de associações de cabos monopolares (temos junctivos por exemplo) multiplicar os valores indicados por 0,80.

(2) Temperatura do solo de 20°C

(3) Temperatura ambiente de 30°C

(4) As quedas de tensão são indicadas para a canalização trifásica

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

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

ANEXOS

Tabela 2: Factores de correcção para cabos multicondutores enterrados (b)

Número de cabos com pequeno afastamento	2	3	4	5	6	8	10
Multiplicar os valores da tabela 1 por	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,62	0,60

Tabela 3: Factores de correcção para grupos de cabos moncondutores enterrados (b)

Números de grupos com pequeno afastamento	2	3	4
Multiplicar os valores da tabela 1 por	0,80	0,75	0,70

Tabela 4: Factores de correcção para cabos instalados ao Ar (b)

Número de cabos	3	6
Multiplicar os valores da tabela 1 por	Cabos com pequeno afastamento	0,95 0,90

Tabela 5: Factores de correcção para temperaturas ambientes diferentes de 20°C (γ)

Temperatura ambiente °C	5	10	15	20	25	30	35
Multiplicar os valores da tabela 1 por	1,15	1,10	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82

ANEXO 4

$I_n$	$I_{nr}$	$I_f$
2	3	4
4	6	8
6	9	11
8	12	15
10	15	19
12	17	21
16	22	28
20	28	35
25	35	44
32	42	51
40	52	64
50	65	80
63	82	101
80	104	128
100	130	160
121	150	200
160	192	256
200	240	320
250	300	400
315	378	504
400	480	640
500	650	800
630	756	1008
800	960	1280
1000	1200	1600
1250	1500	2000

Tabela 8.1:  $I_n$ ,  $I_{nr}$  e  $I_f$  de corta circuitos fusíveis



ANEXO 5

$I_n$	$I_{nr}$	$I_f$
2	-	-
4	-	-
6	6,3	8,1
8	8,4	10,8
10	10,5	13,5
12	12,6	16,2
16	16,8	21,6
20	21	27
25	26,3	33,8
32	33,6	43,2
40	42	54
50	53	68
63	66	85
80	84	108
100	105	135
125	131	169
160	168	216
200	210	270
250	263	338
315	331	425
400	420	540
500	525	675
630	662	851
800	840	1080
1000	1050	1350
1250	1313	1688
1600	1680	2160
2000	2100	2700
2500	2625	3375

Tabela 8.2:  $I_n$ ,  $I_{nr}$  e  $I_f$  de disjuntores.

ANEXO 6

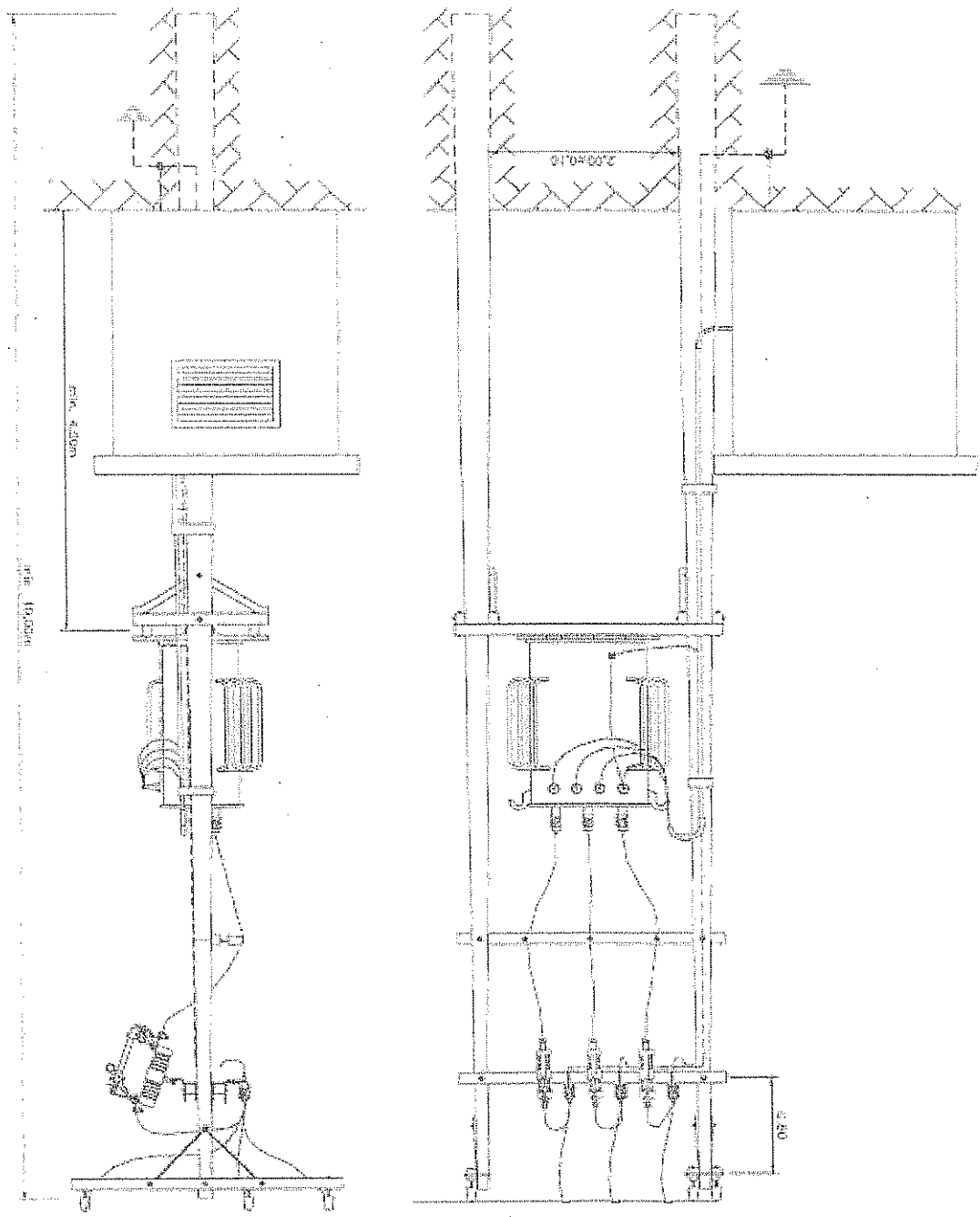
Tabela 6: características das almas condutoras de cobre

Resistência máxima em corrente contínua A 20°C Ω/m					
Seção nominal mm <sup>2</sup>	Números de fios	Cabos monocondutores e cabos com condutores paralelos	Cabos não estanhado	Cobre não estanhado	Cobre estanhado
0,2	1	88,5	89,5	-	-
0,3	1	53,1	53,7	-	-
0,5	1	35,4	35,8	-	-
0,75	1	23,8	24,0	-	-
1	1	17,7	17,9	18,1	18,2
1,5	1	11,9	12,0	12,1	12,2
2,5	1	7,14	7,21	7,28	7,35
4	1	4,47	4,51	4,56	4,60
6	1	2,97	3,00	3,03	3,06
10	7	1,79	1,81	1,83	1,84
16	7	1,13	1,14	1,15	1,16
25	7	0,712	0,719	0,727	0,734
35	19	0,514	0,519	0,524	0,529
50	19	0,379	0,383	0,387	0,391
70	19	0,262	0,265	0,268	0,270
95	19	0,189	0,191	0,193	0,195
120	37	0,150	0,151	0,153	0,154
150	37	0,122	0,123	0,124	0,126
185	37	0,0972	0,0982	0,0991	0,100
240	61	0,0740	0,0747	0,0754	0,0762
300	61	0,0590	0,0595	0,0601	0,0607
400	61	0,0461	0,0465	0,0470	0,0475
500	61	0,0366	0,0369	0,0373	0,0377
630	127	0,0283	0,0286	0,0289	0,0292
800	127	0,0221	0,0224	0,0226	0,0228
1000	127	0,0174	0,0177	0,0179	0,0181

ANEXO 7

Tabela 7: características das almas condutoras de alumínio

Secção nominal mm <sup>2</sup>	Número de fios	Formadas por fios de secção circular	
		Resistência máxima a 20°C (Ω/km)	Cabos multicond. cablados
1,5	1	19,7	20,0
2,5	1	11,8	12,0
4	1	7,39	7,54
6	1	4,91	5,01
10	1	2,94	3,00
16	7	1,87	1,91
25	7	1,18	1,20
35	7	0,851	0,868
50	19	0,628	0,641
70	19	0,435	0,443
95	19	0,313	0,320
120	37	0,248	0,253
150	37	0,202	0,206
185	37	0,161	0,164
240	61	0,122	0,125
280	-	-	-
300	61	0,0970	0,100
380	-	-	-
400	61	0,0763	0,0778
480	-	-	-
500	61	0,0605	0,0617
600	-	-	-
630	127	0,0469	0,0478
740	-	-	-
800	127	0,0367	0,0374
960	-	-	-
1000	127	0,0291	0,0297
1200	-	-	-



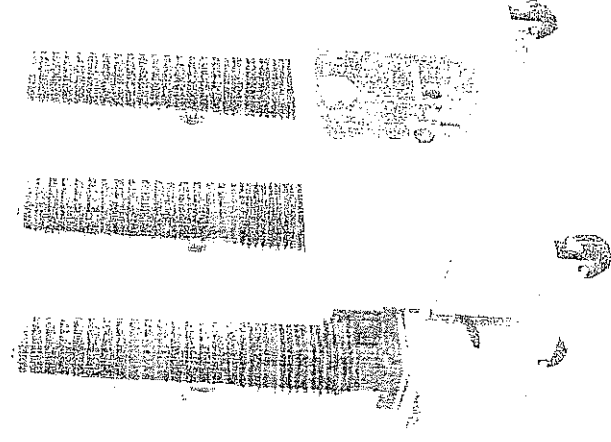
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

# Constituição de um PT

- Órgãos de protecção

## Disjuntores

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



Disjuntor tripolar que utiliza o princípio auto pneumático de duplo corte em SF6.

... ..

