

MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO PARA SUBESTAÇÃO AÉREA DE 150 kVA

Engenheiro responsável pelo projeto:

Nome: PAULO CÉSAR FONTELES ROLIM CALDAS

Endereço: AV. GENERAL AFONSO ALBUQUERQUE LIMA, S/N - CAMBEBA

Fone: (85) 3101.3922

CREA-CE: 324254/D

Interessado: GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

Obra: EEM PROFESSOR HERMENEGILDO FIRMEZA

Endereço da obra: RUA GABRIEL FIUZA, 360 – VILA PERY

Município: FORTALEZA/CE

NOVEMBRO/2025

**MEMORIAL DESCRITIVO, JUSTIFICATIVO E DE CÁLCULO
SUBESTAÇÃO AÉREA DE 150 kVA**

ÍNDICE

1. FINALIDADE	3
2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS	3
3. JUSTIFICATIVA TÉCNICA DA SUBESTAÇÃO	3
4. QUADRO DE CARGAS E DEMANDA	4
5. DIMENSIONAMENTO DO TRANSFORMADOR	6
6. PROTEÇÃO PRIMÁRIA	6
7. PROTEÇÃO SECUNDÁRIA	7
8. PROTEÇÃO CONTRA SOBRE TENSÃO	7
9. CONDUTORES DE BAIXA TENSÃO	7
10. MEDIÇÃO	7
11. MALHA DE ATERRAMENTO	8
12. PREVISÃO PARA LIGAÇÃO	10

1. FINALIDADE

Este projeto tem por objetivo mostrar a carga instalada, o cálculo de demanda para o dimensionamento do transformador, dos condutores, do dispositivo de proteção e seccionamento de uma subestação aérea de 150 kVA para o suprimento de energia elétrica da EEM PROFESSOR HERMENEGILDO FIRMEZA do Governo Estadual do Ceará.

2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Todas as instalações elétricas existentes foram projetadas e deverão ser executadas em estrita concordância com os seguintes documentos:

- NBR ABNT 5410 (Instalações Elétricas de Baixa Tensão);
- NBR ABNT 14039 (Instalações Elétricas de Média Tensão);
- Norma ENEL: CNC-OMBR-MAT-20-0942-EDBR de 2021. Especificação técnica nº 942, versão nº 02 de 10/09/2021 (Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária de Distribuição até 34,5 Kv);
- Resolução nº 414 da ANEEL.

3. JUSTIFICATIVA TÉCNICA DA SUBESTAÇÃO

A necessidade da instalação desta referida subestação é consequência de a potência instalada do complexo ser superior a 75 kW, conforme item 7.1 da CNC-OMBR-MAT-20-0942-EDBR de 2021 da ENEL.

4. QUADRO DE CARGAS E DEMANDA

ILUMINAÇÃO				
ITEM	DESCRIÇÃO	POT. UNIT. (W)	QTDE	POT. TOTAL (kW)
1	LÂMPADA FLUORESCENTE	400	10	4000,00
2	LÂMPADA FLUORESCENTE	85	15	1275,00
3	LÂMPADA FLUORESCENTE	40	195	7800,00
4	LÂMPADA FLUORESCENTE	16	16	256,00
5	LÂMPADA FLUORESCENTE	20	20	400,00
6	LÂMPADA FLUORESCENTE	100	2	200,00
7				
8				
9				
10				
				13,93

TOMADAS				
ITEM	DESCRIÇÃO	POT. UNIT. (W)	QDE	POT. TOTAL (kW)
1	TOMADAS	100	35	3500,00
2	TOMADAS	1000	20	20000,00
3	TOMADAS	2000	4	8000,00
4	TOMADAS	1500	2	3000,00
5				
6				
7				
8				
9				
10				
				34,50

Iluminação e tomadas:

Tabela 05 da CNC-OMBR-MAT-18-0125-EDCE DA ENEL:	ESCOLAS E SEMELHANTES
---	------------------------------

FD1:	100%
FD2:	50%

FP1:	0,95	FP2:	0,95
------	-------------	------	-------------

OBS: (100% PARA OS PRIMEIROS 12kW E 50% PARA O QUE EXCEDER DE 12kW)

$$a = 12 + \left[\left(\left(\frac{P_{ILUMINAÇÃO(kW)}}{FP1} + \frac{P_{TOMADAS(kW)}}{FP2} \right) - 12 \right) * 50\% \right]$$

a =	31,49	(kVA)
-----	--------------	-------



CEARÁ
GOVERNO DO ESTADO
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO

CONDICIONADORES DE AR				
ITEM	DESCRIÇÃO	POT. UNIT. (W)	QTDE	POT. TOTAL (kW)
1	CONDICIONADOR DE AR	1200	15	18000
2	CONDICIONADOR DE AR	1800	12	21600
3	CONDICIONADOR DE AR	2400	18	43200
4	CONDICIONADOR DE AR	3000	25	75000
5				
6				
7				
8				
9				
10				
				157,80

Condicionadores de ar:

Tabela 07 da CNC-OMBR-MAT-18-0125-EDCE DA ENEL:	51 A 75 APARELHOS
---	--------------------------

FD:	70%
-----	------------

$c = (\text{DEMANDA DE APARELHOS EM kW}) \times \text{FD}$

c =	110,4600	(kVA)
-----	-----------------	-------

CÁLCULO DE DEMANDA

CARGA INSTALADA TOTAL (kW):	206,23
------------------------------------	---------------

CÁLCULO DA DEMANDA:

$$D = [(0,77 \times a) + (0,7 \times b) + (0,95 \times c) + (0,59 \times d) + (1,2 \times e) + F + G] \quad (\text{kVA})$$

DEMANDA TOTAL:	129,1843	(kVA)
-----------------------	-----------------	-------

SUBESTAÇÃO UTILIZADA:

150

 (kVA)

RESERVA (%):

13,88

 % ≤ 30%

5. DIMENSIONAMENTO DO TRANSFORMADOR

Conforme a demanda acima calculada, sugerimos uma subestação de 150 kVA para atender esta carga.

6. PROTEÇÃO PRIMÁRIA

A proteção contra curto-circuito do transformador e do ramal será feita por chave indicadora fusível, com as seguintes características:

In	Un	N.I	Frequência	Cap. de ruptura
300 A	25 kV	110 kV	60 Hz	6,3 kV

7. PROTEÇÃO SECUNDÁRIA

A proteção contra curto-circuito será feita por disjuntor trifásico, com as seguintes características:

In	Un	Un (isolação)	Frequência	Cap. de ruptura
250 A	380 V	750 V	60 Hz	5 kV

8. PROTEÇÃO CONTRA SOBRE TENSÃO

A proteção contra sobre tensão externa será feita por pára-raios, com as características abaixo:

Classe de tensão	Capacidade mín. de ruptura	N.I	Frequência	I (descarga) Nominal	Máx. Tensão Res. Desc.	E
12 kV	10 kA	110 kV	60 Hz	10000 A	43 kV	465 mm

9. CONDUTORES DE BAIXA TENSÃO

- Fase: 185 mm² com isolamento de 1 kV;
- Neutro: 185 mm² com isolamento de 1 kV;
- Terra: 185 mm² com isolamento de 1 kV.

10. MEDIÇÃO

A medição em média tensão é de responsabilidade da ENEL e deve ser instalada através de um conjunto de medição aéreo compacto.

O medidor deve ser instalado internamente ao conjunto de medição, juntamente com módulo de telemedição.

Um display deve ser instalado no poste do conjunto de medição, que ficará abrigado em caixa padronizada conforme desenho nº 196.01 PM-01, fixado ao poste a uma distância do meio do visor do display ao solo de 1,6 metros e conectado ao medidor através de fibra óptica, instalado dentro do eletroduto.

A medição será instalada de forma a permitir o acesso da ENEL a qualquer hora e em qualquer tempo, sem nenhum impedimento por parte do cliente.

O local onde será instalada a medição dispõe de sinal de comunicação das operadoras de telefonia celular.

- Medição indireta, com medição em média tensão.
- Operadora Local: OI, TIM E CLARO.

11. MALHA DE ATERRAMENTO

O sistema de aterramento da estrutura da medição, do cubículo de disjunção e da estrutura de transformação, consiste na interligação das massas metálicas não condutoras de energia e o cabo de terra dos para-raios à malha de aterramento. A malha é composta por no mínimo 06 (seis) hastes tipo Copperweld 5/8" x 2,4m, dispostas em formato retangular distando uma da outra de 3.0 metros, interligadas por um cabo de cobre nu 50 mm² através de solda exotérmica. **A resistência máxima da malha de aterramento em qualquer ano não deverá ser superior a 10 ohms.**

Dimensionamento do condutor da malha:

O condutor da malha de aterramento de uma subestação é dimensionado levando em conta os efeitos térmicos e mecânicos das correntes elétricas que por ele possam passar principalmente as correntes de curto-circuito.

Para o dimensionamento mecânico, a norma ABNT NBR 15751 indica as bitolas mínimas para condutores de cobre e de aço, que, neste caso, devem ser protegidos contra corrosão conforme as normas aplicáveis:

- Para cobre: 50 mm²;

- Para aço (protegido contra corrosão): 38mm² (5/16”). Se não houver a proteção no aço, a NBR 5419: 2015 determina uma seção mínima de 80 mm².

Para o dimensionamento térmico, a ABNT NBR 15751 fornece a equação de Onderdonk, que permite o cálculo da seção do condutor. O condutor deve ter uma seção capaz de suportar a circulação de uma corrente máxima, durante um tempo em que a temperatura se elevar acima de um valor limite suportável, devido a pequena duração da corrente de curto circuito.

Para condutores de cobre a Tabela 2.8 fornece valores da seção mínima do condutor K em função da junção, conforme Equação 23. (MAMEDE FILHO, 2017)

$$S_C = KxI_{CFT}$$

Tabela 2. 8 Seção mínima do condutor mm^2/A .

Tempo [s]	Cabo simples – solda exotérmica [K]	Cabo com juntas soldas [K]	Cabo com juntas rebitadas [K]
30	0,020268	0,025335	0,032935
4	0,007093	0,010134	0,012160
1	0,003546	0,005067	0,006080
0,5	0,002533	0,003293	0,004306

Fonte: MAMEDE FILHO, 2017.

Sendo:

S_C : seção do condutor [m^2].

I_{CFT} : corrente de curto circuito fase terra [A].

T_f : tempo de duração da falha [Hz]. Em geral, não inferior a 30 Hz, ou seja 0,5 s.

K : Coeficiente de segurança [entre 1,10 a 1,30].

Considerando que a conexão entre os eletrodos de terra seja de SOLDA EXOTÉRMICA, a corrente de curto-circuito fase-terra seja de 20KA (em baixa tensão) e o tempo de duração da falha de 0,5s, então:

$$S_C = KxI_{CFT}$$

$$S_C = 0,002533x20kA$$

$$S_C = 50mm^2$$

$S_C = 70mm^2$ (Seção do condutor adotado)

12. PREVISÃO PARA LIGAÇÃO

Logo após apresentação e aceitação do projeto.

Paulo César Fonteles Rolim Caldas

Engenheiro Eletricista
CREA-CE: 324254/D