



RAZÃO SOCIAL: ZANELI SERVIÇOS ELÉTRICOS LTDA EPP
CNPJ: 19.742.327/0001-67
END.: RUA ALTAMIRO GUIMARÃES, Nº 1908, SALA 01
OFICINAS, TUBARÃO/ SC - CEP: 88702-180
EMAIL: contato@zaneliengenharia.com.br FONE: (48) 3199-0100

PROJETO ELÉTRICO DE ADEQUAÇÃO DE SUBESTAÇÃO

ESTUDOS PRELIMINARES

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE



Av. Hermann August Lepper, 10, Saguapu
892221-005 – Joinville – SC – (47) 3431-3233

Responsável técnico: Engº eletricitista Odimar Zanela dos Santos CREA/SC 126.975-5

Tubarão, abril de 2021

1. GENERALIDADES

Este estudo preliminar apresenta o levantamento de dados de carga instalada, cálculo da demanda da instalação, cálculo da corrente de curto circuito e estudo de proteção da adequação da entrada de energia elétrica em média tensão da PREFEITURA DE JOINVILLE. A subestação encontra-se construída conforme projeto anteriormente aprovado, sendo que o objetivo deste é a **ADEQUAÇÃO AS NORMATIVAS VIGENTES**.

O Terreno é de propriedade da mesma e tem como objetivo econômico o poder público de Joinville

Este estudo levou-se em consideração as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (5410 e 14039), e também a Norma Técnica Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária de Distribuição, N3210002, da concessionária de energia elétrica, CELESC, bem como a norma de segurança NR 10.

2. Características da carga

Foi efetuado o levantamento das cargas instaladas na edificação e separadas por transformador, sendo o QGBT 1 do transformador 1, onde atende a casa de máquinas e o QGBT 2 do transformador 2 que atende as demais cargas da Prefeitura.

As cargas do QGBT 1 estão apresentadas na tabela abaixo:



QGBT1 - CASA MAQUINAS 1 e 2 - QUADRO DE CARGAS E DEMANDA

CARGA TRAF0 1	QTD	CARGA POR DISPOSITIVO (CV OU W)	CV=1 W=2	CARGA INSTALADA (W)	FATOR DE DEMANDA %	FATOR DE POTÊNCIA %	DEMANDA FINAL (KVA)	DEMANDA FINAL (KW)
casa de maquinas 1								
AC MAQUINA 58 e 59	1	25.000,00	2	25.000,00	100	92	27,17	25,00
AC MAQUINA 19	1	20.000,00	2	20.000,00	100	92	21,74	20,00
AC MAQUINA 18, 45 e 57	3	15.000,00	2	45.000,00	100	92	48,91	45,00
AC MAQUINA 43	1	10.000,00	2	10.000,00	100	92	10,87	10,00
AC MAQUINA 8, 9 ,15 e Secon	4	5.000,00	2	20.000,00	100	92	21,74	20,00
AC MAQUINA 44	1	8.000,00	2	8.000,00	100	92	8,70	8,00
AC MAQUINA 55, 56, 53 e 54	4	4.380,00	2	17.520,00	100	92	19,04	17,52
AC MAQUINA 117	1	3.000,00	2	3.000,00	100	92	3,26	3,00
AC MAQUINA 14, 120 e 122	3	2.100,00	2	6.300,00	100	92	6,85	6,30
AC MAQUINAS	7	1.000,00	2	7.000,00	100	92	7,61	7,00
AC MAQUINAS	9	700,00	2	6.300,00	100	92	6,85	6,30
TOTAL CM1				168120,00			182,74	168,12
casa de maquinas 2								
AC MAQUINA 21	1	20.000,00	2	20.000,00	100	92	21,74	20,00
AC MAQUINA 20, 46, 60 e procu.	4	15.000,00	2	60.000,00	100	92	65,22	60,00
AC MAQUINA 47 e 61	2	12.000,00	2	24.000,00	100	92	26,09	24,00
AC MAQUINA 01 e 05	2	5.400,00	2	10.800,00	100	92	11,74	10,80
AC MAQUINA gab1, 105, 27,27 e 121	5	3.300,00	2	16.500,00	100	92	17,93	16,50
AC MAQUINA 62	1	8.000,00	2	8.000,00	100	92	8,70	8,00
AC MAQUINA gab1, 109, 40, 49 e 50	5	2.000,00	2	10.000,00	100	92	10,87	10,00
AC MAQUINA 110 e 106	2	3.000,00	2	6.000,00	100	92	6,52	6,00
AC MAQUINAS	5	750,00	2	3.750,00	100	92	4,08	3,75
TOTAL CM2				159.050,00			172,88	159,05
TOTAIS				327.170,00			355,62	327,17

As cargas do QGBT 2 estão apresentadas na tabela abaixo:

QGBT2 - PREDIO DO PAÇO MUNICIPAL - QUADRO DE CARGAS E DEMANDA

CARGAS TRAF0 2	QTD	CARGA POR DISPOSITIVO (CV OU W)	CV=1 W=2	CARGA INSTALADA (W)	FATOR DE DEMANDA %	FATOR DE POTÊNCIA %	DEMANDA FINAL (KVA)	DEMANDA FINAL (KW)
QGBT2								
QD-01	1	77.000,00	2	77.000,00	100	92	83,70	77,00
QD-02	1	66.000,00	2	66.000,00	100	92	71,74	66,00
QD-03	1	66.000,00	2	66.000,00	100	92	71,74	66,00
QD-04	1	45.000,00	2	45.000,00	100	92	48,91	45,00
QD-05	1	72.000,00	2	72.000,00	100	92	78,26	72,00
QD-06	1	40.000,00	2	40.000,00	100	92	43,48	40,00
TOTAL CM1				366000,00			397,83	366,00

3. Cálculo da demanda provável

Para o cálculo da demanda foi considerado a tabela do item 7.7 fatores de carga e fatores de demanda por ramo de atividade da N3210002, onde considera um fator de demanda típico de 26%, no entanto este é o valor mínimo exigido pela concessionária, logo levando em conta o histórico de faturamento optou-se por manter a mesma demanda contratada. Dessa maneira foi utilizado um fator de demanda de 56,26% para o cálculo de demanda.

A tabela abaixo apresenta as cargas gerais dos 2 transformadores.

SUBESTAÇÃO - QUADRO DE CARGAS E DEMANDA				
CARGAS TRAF0 2	QTD	CARGA	DEMANDA FINAL (KVA)	DEMANDA FINAL (KW)
SUBESTAÇÃO				
QGBT1		327.170,00	355,62	327,17
QGBT2		366.000,00	397,83	366,00
TOTAL		693.170,00	753,45	693,17

A tabela abaixo apresenta o histórico de consumo.

Histórico de Consumo e Demanda									
Mês	CONSUMO			DEMANDA CONTRATADA			DEMANDA REGISTRADA		
	Total	Ponta	Fora-Ponta	Total	Ponta	Fora-Ponta	Total	Ponta	Fora-Ponta
03/2019	-	3.993,69	57.133,74	390,00	-	-	244,22	-	-
04/2019	-	9.078,91	84.953,37	390,00	-	-	337,53	-	-
05/2019	-	5.257,15	59.250,81	390,00	-	-	305,28	-	-
06/2019	-	3.333,31	40.754,30	390,00	-	-	109,14	-	-
07/2019	-	3.469,38	38.482,27	390,00	-	-	222,33	-	-
08/2019	-	3.438,43	38.276,92	390,00	-	-	119,80	-	-
09/2019	-	3.666,24	40.008,96	390,00	-	-	142,84	-	-
10/2019	-	5.349,60	56.224,37	390,00	-	-	347,90	-	-
11/2019	-	6.773,47	74.842,56	390,00	-	-	366,33	-	-
12/2019	-	8.213,76	75.475,00	390,00	-	-	366,33	-	-
01/2020	-	6.903,64	77.379,84	390,00	-	-	361,72	-	-
02/2020	-	7.212,09	81.606,04	390,00	-	-	372,06	-	-
03/2020	-	5.983,20	73.151,42	390,00	-	-	361,72	-	-
04/2020	-	3.767,90	47.485,15	390,00	-	-	271,87	-	-
05/2020	-	3.003,00	35.220,00	390,00	-	-	153,21	-	-
06/2020	-	3.221,00	34.682,00	390,00	-	-	103,68	-	-
07/2020	-	2.897,00	32.173,00	390,00	-	-	118,65	-	-
08/2020	-	2.829,00	31.517,00	390,00	-	-	78,33	-	-
09/2020	-	2.958,00	32.205,00	390,00	-	-	95,61	-	-
10/2020	-	3.833,00	45.306,00	390,00	-	-	168,41	-	-
11/2020	-	4.992,00	56.619,00	390,00	-	-	338,68	-	-
12/2020	-	5.389,00	57.808,00	390,00	-	-	370,94	-	-

OAMM

Com essas informações chegou-se ao valor de demanda provável de 390KW.

4. Cálculo da corrente de curto circuito na entrada da instalação

O cálculo da corrente de curto-circuito na entrada da instalação é fornecido via carta da Celesc para elaboração do estudo de proteção, conforme apresentado abaixo.

 Celesc Distribuição S.A.					DADOS PARA CÁLCULO DE AJUSTES DE RELÉ SECUNDÁRIO				
CONSUMIDOR: PREFEITURA DE JOINVILLE									
ENDEREÇO: AVENIDA HERMANN AUGUSTO LEPPER, nº 10, BAIRRO: SAGUAÇU, JOINVILLE/SC									
SUBESTAÇÃO: JVT-B1									
LOCAL PROTEÇÃO CELESC: JVT11									
EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO DA CELESC									
EQUIPAMENTO: RELÉ									
MODELO: FASE: NEUTRO:									
TIPO:									
TENSÃO: 13,8 kV									
		NEUTRO		FASE					
CORRENTE DE DISPARO:		40,000 [A]		480,000 [A]					
NÚMERO DE OPERAÇÕES RÁPIDAS:		1		1					
CURVA DE OPERAÇÃO RÁPIDA:		IAC 51 (1,00)		IAC 51 (1,00)					
NÚMERO DE OPERAÇÕES LENTAS:		-		-					
CURVA DE OPERAÇÃO LENTA:		-		-					
CORRENTES DE CURTO NO PONTO DE CONEXÃO DO CONSUMIDOR									
FASE TERRA	FASE TERRA MÍNIMO	FASE TERRA ASSIMÉTRICA	TRIFÁSICA	TRIFÁSICA ASSIMÉTRICA					
2568 A	195 A	2976 A	3945 A	4300 A					
IMPEDÂNCIA ACUMULADA NO PONTO DE CONEXÃO									
R0	X0	R1	X1						
0,573 p.u.	2,721 p.u.	0,373 p.u.	0,993 p.u.						
IMPEDÂNCIA DE FALTA				40 ohms					
OBSERVAÇÕES: CURVA DE "TEMPO X CORRENTE" DA PROTEÇÃO DA CELESC EM ANEXO MVA base = 100 MVA kV base = 13,800 kV I base = 4184 A Z base = 1,9044 ohms									
FORNECIDO POR:			MATRÍCULA:		DATA:		FONE:		
			17539		01/03/2021				

Handwritten signature

Como o comprimento dos cabos do ramal de entrada é insignificante se comparado a todo o sistema elétrico podemos afirmar que a corrente de curto circuito na média tensão no interior da SE é o mesmo que o apresentado pela concessionária.

Para calcular as correntes de curto circuito na baixa tensão (Ponto B) deve-se efetuar os cálculos em valores **pu**, visto que todas as variáveis deverão estar nas mesmas bases. Foi desconsiderada a impedância da rede interna, pois esta tem comprimento inferior a 100m o que torna o seu valor desprezível para os cálculo de correntes de curto circuito. Portanto foram consideradas as impedância da rede externa (CELESC), bem como, a impedância dos transformadores fornecida pelos fabricantes.

Cálculo da impedância do transformador.

$$Z_{trafo} = \frac{Z\%trafo.Vl^2}{100.Strafo}$$

$$R_{trafo} = \frac{R\%trafo.Vl^2}{100.Strafo}$$

$$X_{trafo} = \frac{X\%trafo.Vl^2}{100.Strafo}$$

Cálculo da impedância do **Transformador** em valores **pu** nos valores base da CELESC descritos acima.

$$valor\ pu = \frac{valor\ real\ da\ grandeza}{valor\ base\ da\ grandeza}$$

Curto-circuito Trifásico na BT do transformador referida a MT:

$$I_{cc3\phi} = \frac{1}{Z_1} . I_{base}$$

Curto-circuito Trifásico assimétrico na BT do transformador referida a MT:

$$I_{cc3\phi Ass} = I_{cc3\phi} . FA$$



O FA é definido a partir da seguinte equação dependente da relação X/R.

$$FA = \sqrt{1 + 2 \cdot e^{-\frac{2\pi}{X/R}}}$$

Curto-circuito Fase-Fase na BT do transformador referida a MT:

$$I_{cc\phi\phi} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{cc3\phi}$$

Curto-circuito Fase-Terra na BT do transformador referido a MT:

$$I_{cc\phi T} = \frac{3}{2 \cdot Z_1 + Z_0} \cdot I_{base}$$

Curto-circuito Fase-Terra Assimétrico na BT do transformador referida a MT:

$$I_{cc\phi T_{assim}} = I_{cc\phi T} \cdot FA$$

Curto-circuito Fase-Terra mínimo na BT do transformador referida a MT:

$$I_{cc\phi T_{mín}} = \frac{3}{2 \cdot Z_1 + Z_0 + 3 \cdot R_f} \cdot I_{base}$$

Com base na metodologia supracitada, apresentamos a tabela a seguir que é resultante dos cálculos aplicados.

	3φ (A)	3φ _{assim} (A)	φT (A)	φT _{min} (A)	φT _{assim} (A)	LOCAL
BARRAMENTO DA CONCESSIONÁRIA	3.945,00	4.300,00	2.568,00	195,00	2.976,00	PONTO A
BT DO TRAFÓ 500KVA REFERIDA A MT	366,48	494,30	364,73	279,99	491,95	PONTO B
BT DO TRAFÓ 500KVA REFERIDA A MT	366,48	494,30	364,73	279,99	491,95	PONTO B

5. Estudo de proteção

O estudo de proteção apresenta as características mínimas necessárias para execução das proteções em média tensão, a fim de garantir uma proteção da rede Celesc para o cliente, bem como um dano a Rede Celesc ocasionada pelo Cliente.

O estudo de proteção será apresentado a parte deste documento em documento próprio para a sua finalidade.

O respectivo estudo de proteção apresentará minimamente as informações sobre a metodologia utilizada, memória de cálculo, estudo de saturação do Transformador de Corrente (TC), estudo de coordenação e seletividade, especificação técnica e acessórios dos disjuntores e relés utilizados, o manual do relé, passo a passo da implementação dos valores no relé e um resumo dos dados para parametrização do relé em campo.



Odimar Zanela dos Santos / CPF: 069.201.599-02
Eng. Eletricista: CREA/SC 126.975-5

Odimar Zanela dos Santos
Engenheiro Eletrecista
CREA/SC 126975-5

ESTUDO DE PROTEÇÃO E SELETIVIDADE EM MÉDIA TENSÃO

Dados da obra

Obra: Estudo de proteção e seletividade em média tensão

Cliente: PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

Localização: Av. Hermann Augusto Lepper, 10 – Saguazu – Joinville/SC

Projetista: Odimar Zanela Dos Santos

Responsável Técnico: Eng. Odimar Zanela Dos Santos

CREA: 126975-5

ART de projeto: 795811-5

SO: 281004

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO.....	3
2	NORMAS TÉCNICAS	4
3	DADOS DA CELESC	4
4	DADOS DOS EQUIPAMENTOS DO CLIENTE	5
4.1	DADOS DE IMPEDÂNCIA DO TRANSFORMADOR	5
5	PROTEÇÃO GERAL DA SUBESTAÇÃO EM MÉDIA TENSÃO	6
6	FUNÇÕES DO RELÉ SECUNDÁRIO	6
7	CÁLCULOS DE PROTEÇÃO	7
7.1	DIMENSIONAMENTO DO TC.....	7
7.1.1	DIMENSIONAMENTO DA CLASSE DE EXATIDÃO DO TC	8
7.2	CÁLCULO DA CORRENDE DE MAGNETIZAÇÃO - INRUSH	9
7.3	DETERMINAÇÃO DA CURVA DE PROTEÇÃO	9
8	RESUMO DOS CÁLCULOS	11
9	CURVA DE COORDENOGRAMA E PROTEÇÃO.....	12
9.1.1	CURVA DE FASE.....	13
9.1.2	CURVA DE NEUTRO	14

1 APRESENTAÇÃO

Esse memorial de cálculo tem por objetivo expor as principais características e dimensionamentos necessários para a parametrização, coordenação e seletividade do sistema elétrico em média tensão da **PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE**, sendo o sistema composto por uma cabine de medição e proteção em média tensão com duas unidades de transformação particular de **500kVA á óleo cada.. A demanda contratada total** da edificação será **de 390kW**

O atendimento pela rede de distribuição CELESC será em Média Tensão 13,8kV, sendo as unidades transformadoras com secundário em baixa tensão 380/220V.

A subestação está localizada no município de **Joinville/SC**, na propriedade da **PREFEITURA** localizada na **Av. Hermann August Lepper, 10** no **bairro Saguacu**.

2 NORMAS TÉCNICAS

- NBR 5410 – Instalações Elétricas em Baixa Tensão;
- NBR 14039 – Instalações Elétricas em Alta Tensão (1kV á 36,2kV);
- N3210002/CELESC (05/2016) – Fornecimento em tensão primária de distribuição;
- IEE C57.109-1993 – IEEE Guide for liquid-immersed transformers through-fault-current duration;
- Kindermann, G. “Curto-circuito”, Editora LabPlan, 5ed. 2010 Florianópolis, Brasil.

3 DADOS DA CELESC

A fim de fazer o cálculo de ajuste de relé deve-se respeitar os dados da concessionária (Celesc) e solicitações conforme normativa N3210002 – Maio de 2016 – Celesc.

Tabela 01 – Dados fornecidos pela Concessionária

CLIENTE	PREFEITURA DE JOINVILLE			
EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO DA CELESC				
SUBESTAÇÃO		JVT-B1		
MODELO	FASE		NEUTRO	
LOCAL PROTEÇÃO CELESC	JVT11			
TENSÃO	13,8kV			
	NEUTRO	FASE		
CORRENTE DE DISPARO	40,00 [A]	480,00 [A]		
NÚMERO DE OPERAÇÕES RÁPIDAS	1	1		
CURVA DE OPERAÇÕES RÁPIDAS	IAC 51 (1,0)	IAC 51 (1,00)		
NÚMERO DE OPREÇÕES LENTAS	-	-		
CURVA DE OPERAÇÃO LENTA	-	-		
CORRENTE DE CURTO CIRCUITO NO PONTO DE CONEXÃO DO CONSUMIDOR				
FASE TERRA	FASE TERRA MÍNIMO	FASE TERRA ASSIMÉTRICA	TRIFÁSICA	TRIFÁSICA ASSIMÉTRICA

2568 A	195 A	2976 A	3945 A	4300 A
IMPEDÂNCIA ACUMULADA NO PONTO DE CONEXÃO				
R0	X0	R1	X1	
0,573 p.u.	2,721 p.u.	0,373 p.u.	0,993 p.u.	
IMPEDÂNCIA DE FALTA		40 OHMS		

OBSERVAÇÕES	
MVA BASE	100 MVA
kV BASE	13,8 Kv
I BASE	4184A
Z BASE	1,9044 ohms

4 DADOS DOS EQUIPAMENTOS DO CLIENTE

4.1 DADOS DE IMPEDÂNCIA DO TRANSFORMADOR

Potência instalada: 1000 kVA ($I_n=42A$);

Nº de transformadores: 2

Comprimento do cabo de entrada: 60 metros;

Impedância do cabo: $(0,58 + j0,41)\Omega/Km$ (FICAP, 2014);

Tabela 02 – Impedância dos transformadores

TRANSFORMADOR	POTÊNCIA (kVA)	Z % (pu)	TIPO LIGAÇÃO	Imag
1	500	5,18	Δ -Ya	8. I_n

Fonte: WEG. Disponível em: http://ecatalog.weg.net/tec_cat/tech_transformadores.asp

5 PROTEÇÃO GERAL DA SUBESTAÇÃO EM MÉDIA TENSÃO

A proteção será efetuada por um disjuntor de média tensão tripolar á **Vácuo 1250A - 345MVA**, classe de isolação de **17,5kV**, com relé secundário de proteção modelo utilizado como referência para elaboração deste estudo **PEXTRON URPE 7104**, com funções mínimas **50/50N + 51/51N +74 + autocheck com sinalização de defeito + bloqueio de INRUSH** incorporadas ao relé, conforme definidas no tópico 6 deste memorial.

O disjuntor e relé de proteção serão substituídos por equipamentos novos e em atendimento a N3210002.

6 FUNÇÕES DO RELÉ SECUNDÁRIO

- **Função 51:** é a função temporizada de fase do relé, opção **ATIVADA**;
- **Função 51N:** é a função temporizada de neutro do relé, opção **ATIVADA**;
- **Função 50:** é a função instantânea de fase do relé, opção **ATIVADA**;
- **Função 50N:** é a função instantânea de neutro do relé, opção **ATIVADA**;
- **Função 86:** é a função de bloqueio de INRUSH, opção **ATIVADA**;
- **Função 74:** é a função de monitoramento da continuidade do circuito de trip, opção **ATIVADA**;
- **AUTOCHECK**;
- O ponto ANSI de cada transformador é determinado com o uso da Tabela 03, apresentada abaixo:

Tabela 03 – Determinação do Ponto ANSI.

Z % (Ω)	Ponto ANSI (A)	Tempo (s)
4	25 x In	2
5	20 x In	3
6	16,6 x In	4
7	14,3 x In	5

7 CÁLCULOS DE PROTEÇÃO

Para melhor visualização e compreensão dos cálculos de proteção, o estudo basicamente é transferido para um gráfico demonstrando a coordenação entre o relé secundário, as curvas do elo fusível instalado na derivação da concessionária e o religador da concessionária (CELESC), esse gráfico é chamado de coordenograma.

7.1 DIMENSIONAMENTO DO TC

Para dimensionamento do TC foi dividido a corrente de curto circuito máxima por 20, chegando-se ao valor de 210A e calculada a corrente de fase máxima entre demanda e potência instalada, chegando-se ao valor de 41,8A. Como o TC deverá suportar o maior valor de corrente encontrado, foi escolhido um TC com relação de 250/5A.

Relação de Transformação: 250/5

RTC: 50

Para teste de funcionamento do TC, observa-se que o relê **PEXTRON (Referência)** na fase tem resolução **mínima de 0,1A** e no neutro tem resolução **mínima de 0,1A**, assim temos:

$$\text{Mínimo Fase} = 19,5/50 = 0,39A$$

$$\text{Mínimo Neutro} = 5,85/50 = 0,11A$$

O relê **PEXTRON (Referência)** na fase tem resolução máxima de 16,0A e para o neutro resolução máxima de 16,0A, tendo-se:

$$\text{Máximo Fase} = 263/50 = 5,26A$$

$$\text{Máximo Neutro} = 79/50 = 1,58A.$$

Portanto, conclui-se que o TC de 250/5 atende e será utilizado ao relê.

7.1.1 DIMENSIONAMENTO DA CLASSE DE EXATIDÃO DO TC

Para dimensionamento da classe de exatidão do TC, foi executado o cálculo de tensão máxima conforme exigido na ABNT, encontrando o valor de 30,10V, sendo escolhido um TC com a classe de exatidão 10B100. O cálculo é demonstrado abaixo:

Impedância do sistema (Z_s):

$$Z_s = Z_{tc} + Z_{fio} + Z_{rele}$$

$$Z_s = 0,35\Omega$$

Corrente de Curto-circuito no Secundário do TC (I_s):

$$I_s = I_{cc}/RTC$$

$$I_s = 4300/50$$

$$I_s = 86A$$

Cálculo da tensão de saturação do TC (V_s):

$$V_s = Z_s \cdot I_s$$

$$V_s = 0,35 \cdot 86$$

$$V_s = 30,10V$$

Utilizando como base a tabela de TC's do fabricante BDE (homologado pela NBR6856/2015), temos que um TC 10B100 de 250/5 utilizado para proteção, segue as seguintes especificações:

Relação de Transformação: 250/5

RTC: 50

Potência de Precisão: 25VA

Categoria de Precisão: 10P20

7.2 CÁLCULO DA CORRENTE DE MAGNETIZAÇÃO - INRUSH

Para dimensionamento da corrente de magnetização, optou-se pelo método parcial, conforme exigência da N321.0002 item 5.10.5.9-g, dessa forma, temos:

$INRUSH = I_{mag} \times I_n(\text{maior Trafo}) + \text{somatória } I_n \text{ dos demais}$

INRUSH: 188 A

7.3 DETERMINAÇÃO DA CURVA DE PROTEÇÃO

Com as Determinações das correntes temporizadas e instantâneas de proteção juntamente com o Inrush, optou-se por uma curva Extremamente Inversa – EI com DT de 0,20 para atendimento ao item da N321.0002 item 5.10.5.9-f. Para a curva de Neutro, optou-se por uma curva Extremamente Inversa – EI com DT de 0,25.

8 RESUMO DOS CÁLCULOS

O relé de proteção da empresa deve acionar o disjuntor antes da queima do elo fusível e também do acionamento do religador. A Tabela 5 apresenta o resumo dos ajustes das curvas de fase e de neutro:

Tabela 05 - Resumo do estudo de proteção

Relé do cliente						
Relé	$I_{part}(A)$	$I_{inst}(A)$	DT	Curva	TDEF(s)	IDEF(A)
Fase	19,5	263,6	0,20	IEC-EI	MAX	MAX
Neutro	5,853	79,1	0,25	IEC-EI	MAX	MAX
Relé da Concessionária/retaguarda						
Relé	$I_{part}(A)$	$I_{inst}(A)$	DT	Curva	TDEF(s)	IDEF(A)
Fase	480	4800	1,00	IAC 51	MAX	MAX
Neutro	40,0	2000	1,00	IAC 51	MAX	MAX
Transformador de corrente						
Relação				10P20 - 250/5 – 25VA		
Corrente de magnetização				Inrush: 188 A		
Tensão de Saturação Real				$V_n = 30,10 \text{ V}$		
Duração: 0,1 s						

9 CURVA DE COORDENOGRAMA E PROTEÇÃO

Foram plotadas as curvas de fase e neutro separadamente conforme exigência do item 5.10.5 da N3210002 – CELESC.

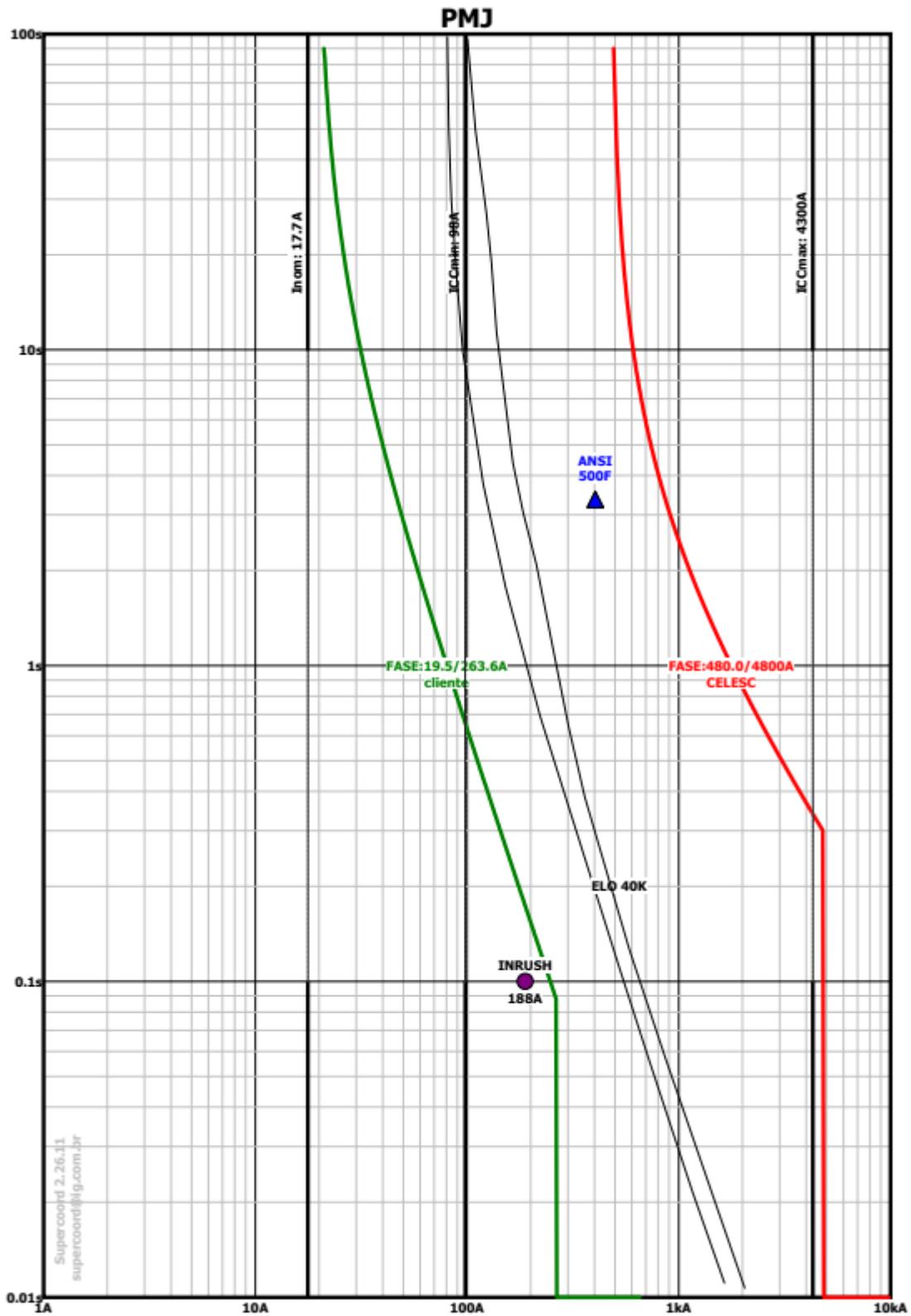
Curvas de Fase (50/51):

- Devem estar localizadas abaixo do Ponto ANSI para garantir a proteção dos Transformadores;
- Curva utilizada: Extremamente Inversa (EI);
- A corrente de Pick-up do relé deve ficar maior que 10% da corrente nominal;
- A corrente de Pick-up deve ser menor que a menor corrente de curto-circuito;
- A corrente instantânea deve ser 40% maior que a corrente de magnetização;
- A corrente instantânea deve ser 30% menor que a corrente instantânea da CELESC;
- A corrente instantânea deve ser menor que a corrente de saturação do TC;
- Diferencial de tempo em todas as curvas deve ser 0,2s menor que a da CELESC.

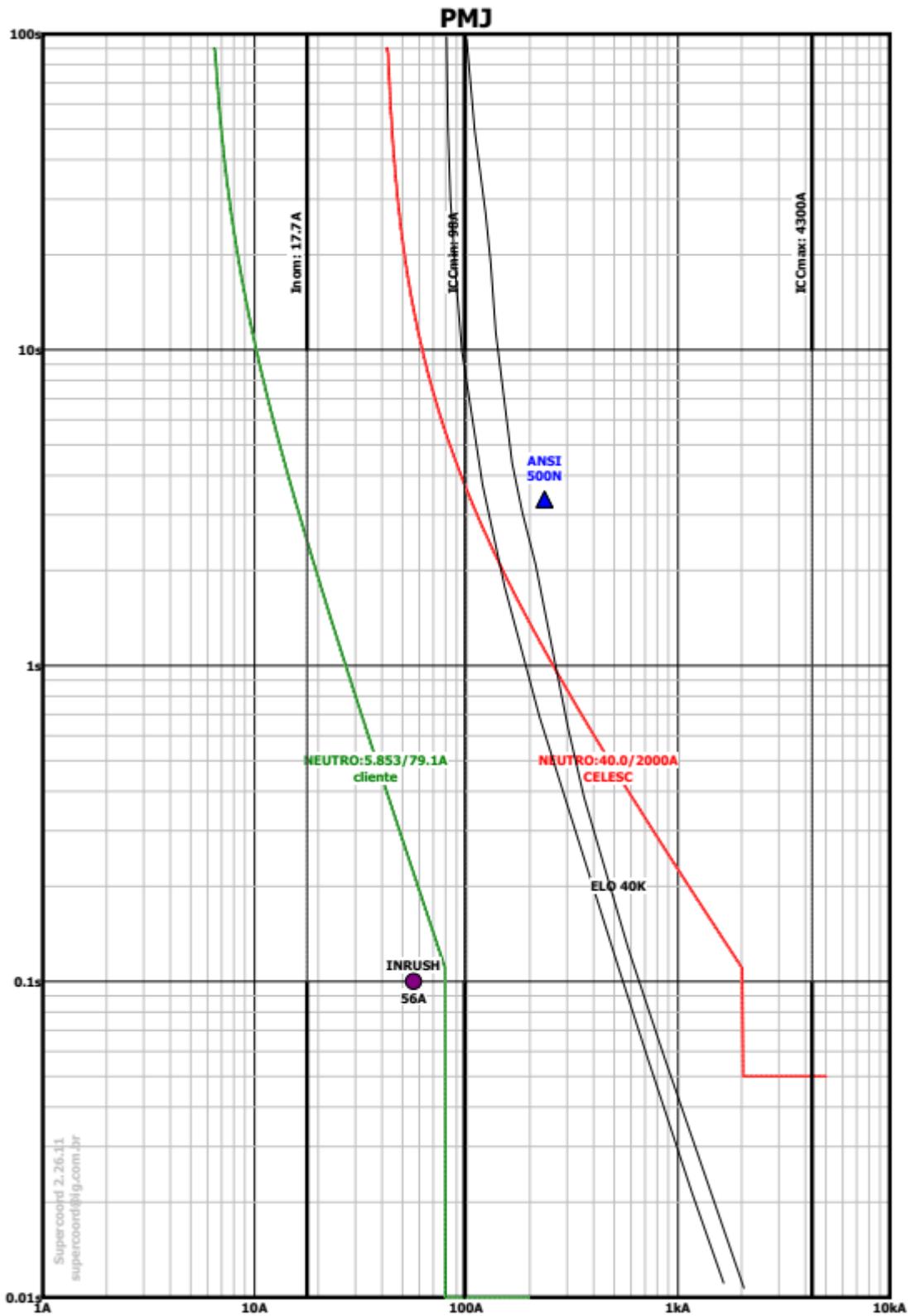
Curvas de Neutro (50/51N):

- Curva utilizada: Extremamente Inversa (EI);
- A corrente de Pick-up do relé deve ficar menor que 10% da corrente pick-up de fase;
- A corrente de Pick-up deve ser menor que corrente da CELESC;
- A corrente de Pick-up deve ser menor que a corrente de curto-circuito mínima fase terra;
- A corrente instantânea deve ser 30% menor que a corrente instantânea de fase;
- A corrente instantânea deve ser no máximo 20 vezes a corrente de pick-up de neutro;
- Diferencial de tempo em todas as curvas deve ser 0,2s menor que a da CELESC.

9.1.1 CURVA DE FASE



9.1.2 CURVA DE NEUTRO



pep.celesc.com.br/PEP/externo/mt/aumentoCarga.xhtml?idSO=281004

PEP CELESC

Bem-Vindo,
Odimar Zanela Dos Santos

MENU

- PROJETISTA
- SERVIÇOS
- DIVERSAS
- FAQ PEP

Aumento de Carga MT

Aumento de Carga MT - Solicitação 281004

Mensagem e Anexos | Serviço | Dados Cliente | Registros

Etapa 2 (Análise de Projeto)

Remetente: CELESC DISTRIBUIÇÃO S.A. - 05/03/2021 16:38:08
Status: 339 - Estudo de Proteção Liberado

Anexos

Parecer/Mensagem

ESTUDO DE PROTEÇÃO LIBERADO

Att.
Celesc D.

https://pep.celesc.com.br/PEP/externo/mt/aumentoCarga.xhtml?idSO=281004#form:tabstabilRegistro

pep.celesc.com.br/PEP/externo/mt/aumentoCarga.xhtml?idSO=281004

Odimar Zanela Dos Santos

MENU

- PROJETISTA
- SERVIÇOS
- DIVERSAS
- FAQ PEP

Aumento de Carga MT - Solicitação 281004

Mensagem e Anexos | Serviço | Dados Cliente | Registros

Dados gerais

Nome da Obra/Projeto: Prefeitura de Joinville

Num. Unidade Consumidora: 25955358 | Data da ligação definitiva: 20/04/2021

Classe: Poder Público | SubClasse: ADMINISTRACAO PUBLICA

Potência nominal trafo (kVA): 500

Carga Instalada (kW):
Existente: 510 | A instalar: 10 | Total: 520
Demanda contratada (kW):
Existente: 390 | A Contratar: 1 | Total: 391

Representante legal

Nome: Odimar Zanela dos Santos
CPF: 069.201.599-02
Número do RG: 0000100 | Órgão emissor: SSP | UF: Santa Catarina

Cargo: Engenheiro contratado

Nome da Obra: Prefeitura de Joinville
Endereço da Obra: SC
Estado: SC
Município: JOINVILLE

https://pep.celesc.com.br/PEP/externo/mt/aumentoCarga.xhtml?idSO=281004#form:tabstabilServico

pep.celesc.com.br/PEP/externo/mt/aumentoCarga.xhtml?idSO=281004

Odimar Zanela Dos Santos

MENU

- PROJETISTA
- SERVIÇOS
- DIVERSAS
- FAQ PEP

Aumento de Carga MT - Solicitação 281004

Mensagem e Anexos | Serviço | Dados Cliente | Registros

Pessoa Física
 Pessoa Jurídica

CNPJ: 83.169.623/0001-10

Nome da Empresa: MUNICIPIO DE JOINVILLE

Email: seiinfra@joinville.sc.gov.br

Telefone: (47)3431-5020

Endereço

Logradouro: AVENIDA HERMANN AUGUST LEPPER
Número: 10 | Complemento: | Bairro: SAGUAÇÚ
CEP: 89221-005 | Cidade: Joinville

https://pep.celesc.com.br/PEP/externo/mt/aumentoCarga.xhtml?idSO=281004#form:tabstabilCliente



RAZÃO SOCIAL: ZANELI SERVIÇOS ELÉTRICOS LTDA
CNPJ: 19.742.327/0001-67
END.: RUA ALTAMIRO GUIMARÃES, Nº 1908, SALA 01
OFICINAS, TUBARÃO/ SC - CEP: 88702-180
EMAIL: contato@zaneliengenharia.com.br FONE: (48) 3199-0100

PROJETO ELÉTRICO DE ADEQUAÇÃO DE SUBESTAÇÃO

RELATÓRIO TÉCNICO

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE



Av. Hermann August Lepper, 10, Saguapu
892221-005 – Joinville – SC – (47) 3431-3233

Responsável técnico: Engº eletricista Odimar Zanela dos Santos CREA/SC 126.975-5

Tubarão, abril de 2021

1. GENERALIDADES

Este memorial apresenta o relatório técnico de adequação da entrada de energia elétrica em média tensão da PREFEITURA DE JOINVILLE. A subestação encontra-se construída conforme projeto anteriormente aprovado, sendo que o objetivo deste projeto é a **ADEQUAÇÃO AS NORMATIVAS VIGENTES**.

Este relatório visa atender os requisitos aplicáveis da norma NBR-5410, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, e também a Norma Técnica Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária de Distribuição, N3210002, da concessionária de energia elétrica, CELESC, bem como a norma de segurança NR 10.

2. CONCEPÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO EXISTENTE

Em visita ao local foi levantada as condições atuais da subestação e vistoriado todo o seu sistema a fim de diagnosticar as eventuais melhorias a serem concebidas. Dessa maneira descrevemos abaixo os principais itens da mesma.

2.1. Entrada de Energia, Cabos e Proteções.

A entrada de energia da concessionária já é existente, ela é em média tensão, vem diretamente do poste da concessionária com cabo subterrâneo de cobre 15kV 4#35mm² (3F+ reserva) + 1#25mm² (Neutro Contínuo) 1kV até a subestação já construída e em funcionamento, onde se localiza a medição existente.

O disjuntor de média tensão (15KV) existente da subestação é o modelo PVO, cujo tipo de proteção é primária, sendo operado por relé eletromecânico.

Existem 3 chaves seccionadoras de 15KV sem carga e sem fusíveis para a manobra do disjuntor, bem como dos transformadores.

2.2. Medição e faturamento

No cubículo de medição existente possui um sistema de medição composto por 2 TCs e 2 TPs suportados por um cavalete de aço. Externamente ao cubículo existe a caixa

de medição de aço e tubulação embutida no piso entre o cavalete que suporta os TCs/TPs e a caixa de medição.

2.3. Transformadores e quadros de baixa tensão

Atualmente a subestação conta com dois transformadores de 500KVA a óleo, 13,8KV(-3x600V)/380V instalados em cubículos próprios, sendo um transformador cada cubículo. Partindo de cada transformador, tem-se um QGBT sendo, um QGBT para o sistema de ar-condicionado e o outro para as demais cargas, ambos protegidos por um disjuntor termomagnético de 800A.

2.4. Aterramento e SPDA

Em visita ao local da Subestação não foi possível verificar a malha de aterramento, visto que não possui nenhuma caixa de inspeção. O aterramento da parte interna das partes metálicas não condutoras, bem como dos equipamentos é existente.

O SPDA é existente, no entanto a sinais de furto dos cabos externos, este foi concebido com cabos de cobre. Não existe caixa BEP (barramento de equipotencialização da proteção).

2.5. Acessórios e iluminação

Para a manobra do disjuntor existe um tapete isolante de 15KV antigo, com data de certificação vencida. Na parte externa da subestação encontra-se o extintor de incêndio, e no interior encontra-se a iluminação auxiliar composta por luminárias blindadas, bem como a sua tubulação de material metálico. As tomadas não possuem pino de aterramento.

2.6. Gerador de emergência

Para suprir a demanda de energia elétrica caso haja interrupção de fornecimento pela concessionária, existe um grupo moto gerador diesel para suprir as cargas essenciais. Este possui potência de 380KVA 380V.



3. ADEQUAÇÕES NECESSÁRIAS A SEREM EXECUTADAS

- a) Conforme prevê a alínea “a” do item 5.10.2 da norma da CELESC N321002:

“Em uma subestação com capacidade de transformação instalada maior que 300kVA, a proteção geral na média tensão deve ser realizada exclusivamente por meio de um equipamento de disjunção (disjuntor ou religador com função religamento bloqueada), certificado pela Celesc D, acionado através de relés secundários com as funções 50 e 51, fase e neutro (onde é fornecido o neutro).”

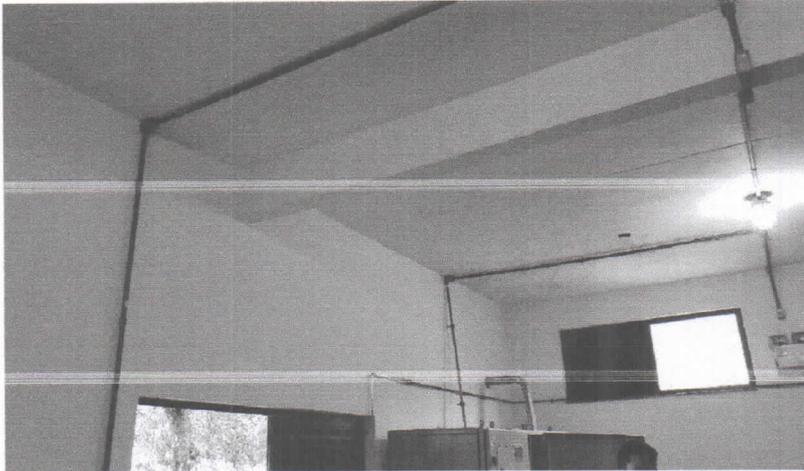
Portanto, faz-se necessário a instalação do sistema de proteção secundária com as funções ANSI 50/51, 50N/51N e 74. O disjuntor existente por ser um modelo antigo e necessitar de manutenção, bem como ter a necessidade de acrescentar acessórios (bobina de abertura) para que opere com relé secundário, não justifica a alteração, sendo mais prudente fazer a sua substituição por completo.

- b) Os QGBTs existentes não atendem a NR10 (possuem partes vivas acessíveis), bem como a ABNT NBR IEC 61439 (não possuem ensaios de tipo, bem como de rotina), e por último estes quadros são compostos por disjuntores padrão NEMA, os quais devem ser substituídos por padrão IEC 60947. Dessa forma se recomenda a substituição dos dois QGBTs existentes.

- c) Conforme desenho nº 10 e 21 da N3210002 (CELESC), há necessidade de alteração nas grades de proteção para bloquear o acesso aos cubículos de medição, proteção e transformação, todas as grades deverão ter malha máxima de 20x20mm, para o cubículo da medição a grade deverá lacrar totalmente este cubículo-indo até o teto. Já as grades de transformação e proteção deverão ter uma altura mínima de 2m, com portas de acesso aos cubículos. Deverá ser instalada três buchas de passagem para isolamento total do cubículo de medição.

- d) É necessário a substituição do sistema de iluminação de emergência, iluminação e tomadas, instalando condutores novos e com condutor de aterramento, aterrando todas as

massas metálicas, conforme NBR5410 e N3210002. A tubulação poderá ser mantida, porém deverá ser devidamente conectada os QGBT, a fim de não deixar fiação exposta e a tubulação solta conforme foto abaixo;



e) Necessidade de implantação da medição de energia nas três fases, inclusive instalação no piso de canaleta com grade de proteção para a passagem de fiação elétrica dos equipamentos de medição até o quadro de medição, conforme solicitado na normativa N3210002; Conforme prevê item 5.14 da N321002(CELESC) é necessário refazer todo o sistema de aterramento e Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas – SPDA com hastes, condutores e conectores normatizados, inclusive há a necessidade de instalação do barramento de equipotencialização principal (BEP) no interior da subestação. A caixa do BEP deverá ser alumínio, de dimensões mínimas de 350x450x200mm, o proprietário também poderá optar por um caixa em material polimérico de dimensões equivalentes com tampa transparente lacrável, de 260x520x186mm contendo tampa com visor e dispositivo para lacre, ambos os tipos devem estar homologados junto a Celesc. Deverão ser aterradas todas as partes metálicas da subestação da unidade consumidora, tais como: a chave da seccionadora, a carcaça do transformador e do disjuntor, telas de proteção etc., por meio de um único cabo de cobre nu, seção transversal mínima 25mm², conectados em um único ponto entre estes e a malha de aterramento, sendo essa a junção do BEP, interligar as partes metálicas e cargas neutras e fios terras aos sistemas de aterramento existentes ao redor das subestações. As conexões dos condutores de aterramento às hastes de terra são feitas por meio de conector parafuso fendido, por esse motivo ressaltamos a necessidade de se fazer uma nova malha

de aterramento. A resistência máxima deverá ser de 10Ω em qualquer época do ano, e se for necessário, aumentar o número de hastes ou tratar o solo para respeitar tal valor 10Ω . A caixa de inspeção de aterramento deverá estar em todas as hastes da malha de aterramento com dimensões aproximadas de 30 x 30 x 40cm, de alvenaria ou concreto, ou de material polimérico de diâmetro mínimo 30cm;

f) Conforme desenho nº 27 da N321002 existe a necessidade da instalação de um novo cavalete (conforme desenho) para suportar os TCs e TPs, que deverão ser três por fase, visto que os novos medidores de energia trabalham desta forma. Bem como, deve-se refazer toda a tubulação, partindo do cavalete até a caixa de medição, esta deverá ser metálica NBR 5598 e instalada de forma externa, conforme exigência da CELESC. Deverá ser substituída também a Caixa de medição tipo MDR conforme prevê o desenho nº 32;

g) Para o cumprimento da NR10 deverão ser providenciados os seguintes itens:

- Os tapetes estão vencidos, portanto deverão ser substituídos por novos com Laudo, sendo três tapetes, um para operar o disjuntor de média tensão e sua respectiva chave seccionadora e os outros dois para operar as chaves seccionadoras de cada transformador;
- Deverá ser adquirido e instalado KIT EPI para a subestação com no mínimo LUVA classe 2, Capuz Classe 4, Camisa Classe 4, Calça Classe 4, Vara de manobra, detector de tensão e aterramento temporário e um armário para EPIs em fibra de vidro para acondicioná-los;

h) Necessário refazer o piso da subestação que está danificado;

i) Conforme prevê a alínea l) do item 5.9 da N321002 (CELESC) é necessário substituir as três chaves seccionadoras, para os transformadores deverá ser utilizado uma chave seccionadora com abertura sob carga, lâmina de aterramento, mola de abertura e fechamento ultrarrápida e com porta fusível HH, já para a chave seccionadoras do cubículo de proteção deverá ser utilizado uma chave seccionadora com abertura sob carga, lâmina de aterramento com mola de abertura e fechamento ultrarrápida;

- j) Caixa de medição deverá ser padrão novo, conforme já mencionado neste documento;
- k) Deverá ser refeita a pintura total interna da subestação, sendo a paredes e teto na cor branca e o chão na cor cinza;
- l) Conforme prevê alínea n) da N321002 (CELESC) os barramentos de média tensão deverão ser repintados com as Vermelho - fase R; Branco - fase S; Marrom - fase T.

Odimar Zanela dos Santos
Engenheiro Eletricista
CREA/SC 126975-5



Odimar Zanela dos Santos / CPF: 069.201.599-02
Eng. Eletricista: CREA/SC 126.975-5