

FOLHA DE CÁLCULOS

GRUPO T2N

ENGENHARIA

Projeto nº T2N.RJ – 005 – 20 – QT 01- R03

Projeto Básico para Reforma, Adequação e Modernização da Subestação de Energia, com Entrada de Média Tensão Subterrânea, Localizada no Interior da Sede da Secretária Municipal de Fazenda - SMF

1. INTRODUÇÃO

As definições para elaboração do projeto de subestação são realizadas a partir das normas vigentes, com a especificação técnica da concessionária e através de cálculos de elementos que não são tabelados pelas normas e especificações.

2. DESCRIÇÃO DAS DEFINIÇÕES

O dimensionamento da subestação foi realizado com base na Especificação Técnica no. 268 da Enel-Versão no.01 de 02/03/2018 - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária – 15 kV.

Os equipamentos utilizados e dimensionados são os padronizados e homologados pela concessionária para a potência da subestação.

O cabo de média tensão será substituído a especificação mínima padronizada pela Enel é o condutor de cobre monopolar de 35mm² XLPE ou EPR com isolamento de 8,7/15kV. A Enel exige a instalação de quatro condutores, sendo três para as fases e um como reserva.

A relação de corrente do transformador de corrente (TC) será especificado pela concessionária no momento da solicitação dos parâmetros para o estudo de coordenação e seletividade do relé. Este evento faz parte do processo de execução dos serviços. Para efeito do projeto adotou-se a relação de corrente atual para a composição da lista de material.

O disjuntor a proteção de média tensão faz parte dos equipamentos tabelados, padronizados pela concessionária e deverá ser adquirido de empresas homologadas pela Enel

Atualmente a subestação está operando com um transformador de 500kVA a seco. Não faz parte da solicitação da elaboração do projeto o aumento da potência da subestação. Desta forma não foi realizado o estudo de carga da edificação.

No registro da Enel consta que a subestação é atendida por um transformador à óleo de 225kVA. Com isso, durante a execução, deverá ser providenciado junto a concessionária o aumento de carga sem aumento de demanda para regularizar os registros junto a Enel.

Os cabos de baixa tensão que interligam o transformador ao quadro QGBT necessitam ser calculados. Esses cabos deverão ser em isolamento XLPE 0,6/1kV com quantidade e bitola informadas no resultado do Cálculo. A queda de tensão máxima admitida para o trecho é de 3,00%. O cálculo dimensionamento do condutor é expresso abaixo.

Os quadros QGBT e QGD são modulares e deverão ser montados respeitando as normas técnicas especificadas no memorial descritivo. A interligação entre os dois quadros é realizada através de barramentos de cobre com a capacidade de condução de corrente igual ou superior ao disjuntor de proteção.

O Quadro QGBT possui apenas o disjuntor de proteção com conexão para instalação de uma botoeira para atender a norma do corpo de bombeiro. O local de instalação da botoeira será definida pela fiscalização e pelo executor da obra. A capacidade do disjuntor geral é calculada abaixo.

O quadro QGD é o quadro que distribui para os outros quadros da edificação, deste modo não há cargas diretamente ligadas a ele. O quadro não possui Disjuntor geral pois é modulado com o QGBT. Os disjuntores especificados foram os levantados durante a visita técnica para elaboração do projeto.

O Quadro QDL é atendido pelo QGD e supri as cargas da subestação e da sala técnica. O Quadro de cargas com o dimensionamento é especificado no projeto T2N.RJ.005-20-EP03-R03 e reproduzido abaixo.

O dimensionamento dos ramais secundários que são alimentados pelo quadro QGD e dos Quadros distribuídos pela edificação não fazem parte deste projeto.

3. NORMAS ADOTADAS

O projeto desenvolvido pelo GRUPO T2N está em conformidade com as seguintes normas técnicas, recomendações, portarias, códigos e decisão normativa:

- NBR 5356: Transformador de potência;
- NBR 5410: Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- NBR 6856: Transformador de corrente;
- NBR 8669: Dispositivos Fusíveis Limitadores de Corrente;
- NBR 13231: Proteção contra incêndio em subestações elétricas de geração, transmissão e distribuição.
- NBR 14039: Instalações Elétricas de Média Tensão de 1,0 kV a 36,2 kV.
- NBR IEC 60947-2: Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão - Parte 2: Disjuntores;
- NBR IEC 62271-100: Equipamentos de alta-tensão - Parte 100: Disjuntores de alta-tensão de corrente alternada;
- NBR IEC 62271-102: Equipamentos de alta-tensão - Parte 102: Seccionadores e chaves de aterramento;
- Enel - Especificação Técnica no. 268 - Versão no.01 de 02/03/2018 - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária – 15 kV.

4. CÁLCULO DE QUEDA DE TENSÃO DO TRECHO ENTRE O TRANSFORMADOR E O QGBT

O cálculo foi realizado a partir do software Prysmian SCE de Baixa tensão. O cálculo extraído do programa está em anexo a este documento e foi reproduzido abaixo.

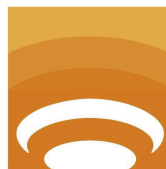
O condutor calculado para cada fase foi quantidade de cinco condutores na bitola de 240mm² por fase.

O condutor calculado para o neutro foi quantidade de cinco condutores na bitola de 120mm².

A queda de tensão efetiva calculada para o trecho foi de 0,26%.

Critério de dimensionamento: Capacidade de corrente

TN SOLUÇÕES EM SERVIÇOS TÉCNICOS E LOCAÇÕES LTDA. CNPJ: 26.503.549/0001-92 INSCRIÇÃO MUNICIPAL: 1030890-9	T2N.RJ – 005 – 20 – QT 01 REV.03 - 11/09/2020	Página 2 de 7
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------	---------------



DIMENSIONAMENTO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS 4.0

Página: 1
05/03/2020

Projeto : SUBESTAÇÃO DE SECRETARIA DE FAZENDA

Circuito : TRANSF. DE 500 KVA

Dados de entrada

Maneira de instalar:	Leito
Sistema:	Trifásico+Terra(3F+N+T)(Equil)
Cabo:	Cabo SINTENAX 0,6/1kV unipolar
Número de condutores por fase :	Automático
Seção nominal do condutor imposta :	240 mm ²
Seção mínima de cada condutor:	2.5 mm ²
Temperatura ambiente:	40 °C
Conteúdo de harmônicas:	0 %
Dispensada verificação contra contatos indiretos	
Dispensada verificação contra sobrecarga	
Comprimento do circuito	7.0 m
Queda de tensão máxima admitida :	3.00 %
Tensão fase/fase :	220 V
Tensão fase/neutro :	127.02 V
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Corrente c.c. presumida (Ikmax):	10.0 kA
Número de camadas de cabos	Uma
Número de circuitos ou de cabos multipolares	1
Disposição dos cabos	Contíguos
Corrente do circuito :	1600.0 A
Fator de potência do circuito :	0.92
Fator de demanda :	1.00

Valores calculados

Seção nominal dos condutores :	5 x 240 mm ²
Critério de dimensionamento:	Capacidade de corrente
Capacidade de condução de corrente :	5 x 352.9 A
Fator de correção de agrupamento :	0.80
Fator de correção de temperatura :	0.87
Resistência em CA de cada condutor :	0.0919 ohm/km
Resistência indutiva de cada condutor :	0.1672 ohm/km
Queda de tensão efetiva :	0.26 %
Icc presumida mínima ponto extremo (Ikmin) :	5.16e+004 A
I2t de cada condutor para Ikmax :	8.04e+008 A
I2t de cada condutor para Ikmin :	7.69e+008 A
Tempo máximo para atuação da proteção para Ikmax :	8.04e+000 s
Seção nominal do condutor neutro :	5 x 120 mm ²
Ver condições para redução do condutor neutro	

Os resultados apresentados foram baseados nas características dos produtos fabricados pela Prysmian



DIMENSIONAMENTO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS 4.0

Página:2
05/03/2020

Projeto : SUBESTAÇÃO DE SECRETARIA DE FAZENDA

Circuito : TRANSF. DE 500 KVA

na NBR5410/2004.

Seção nominal do condutor de proteção : 600 mm²

Dividir este valor pelo número de condutores
e respectivas seções que forem mais adequadas.

5. CÁLCULO DE DIMENSIONAMENTO DA PROTEÇÃO GERAL DE BAIXA TENSÃO

Potência do transformador: 500kVA;

Tipo de sistema: trifásico equilibrado: três fases, neutro e Terra.

Tensão entre fases:220V.

Corrente máxima do sistema:

Fórmula $I = P / (T \times \sqrt{3})$ onde I = corrente (?), P = potência (500kVA) e T = Tensão (220);

$$I = 500k / (220 \times \sqrt{3}) \cong 1.312A$$

A proteção geral de baixa tensão deverá ser de 1.400 amperes.

6. QUADRO DE CARGAS DO QUADRO QDL - ILUMINAÇÃO

CIRC.	DESCRIÇÃO	LUMINARIAS (W)		TOMADAS	PONTOS DE FORÇA		TOTAL	TENSÃO	PROTEÇÃO	SEÇÃO DO COND. mm ²	FASE		
		25W	2x32W		300W	2,0CV					R	S	T
L01	ILUMINAÇÃO SUBESTAÇÃO	2	-	-	-	-	50 W	127 V	1 X 16 A	2,5	X		
L02	ILUMINAÇÃO SALA DE PAINÉIS	-	2	-	-	-	64 W	127 V	1 X 16 A	2,5	X		
T01	TOMADA DE SERVIÇO SALA DE PAINÉIS	-	-	-	1	-	300 W	127 V	1 X 20 A	2,5		X	
T02	TOMADA DE SERVIÇO SUBESTAÇÃO	-	-	-	1	-	300 W	127 V	1 X 20 A	2,5		X	
F01	EXAUSTOR SALA DE PAINÉIS	-	-	-	-	-	1,5HP	220 V	3 X 16 A	2,5	X	X	X
F02	EXAUSTOR SALA DE PAINÉIS	-	-	-	-	-	1,5HP	220 V	3 X 16 A	2,5	X	X	X
F03	EXAUSTOR SUBESTAÇÃO	-	-	-	-	-	1,5HP	220 V	3 X 16 A	2,5	X	X	X
F04	EXAUSTOR SUBESTAÇÃO	-	-	-	-	-	1,5HP	220 V	3 X 16 A	2,5	X	X	X
RESERV.	RESERVA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X		
RESERV.	RESERVA	-	-	-	-	-	-	-	-	-		X	
RESERV.	RESERVA	-	-	-	-	-	-	-	-	-			X
RESERV.	RESERVA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X		
RESERV.	RESERVA	-	-	-	-	-	-	-	-	-		X	
RESERV.	RESERVA	-	-	-	-	-	-	-	-	-			X
T O T A L							714 W + 6,0HP	3ø 220V	3 X 70 A	4#10,0mm ² 1#10,0mm ² (PE)			

Observação: este quadro faz parte do projeto T2N.RJ.005-20-EP03-R03.

7. CÁLCULO DE QUEDA DE TENSÃO DO TRECHO ENTRE O QGD E O QDL


O cálculo foi realizado a partir do software Prysmian SCE de Baixa tensão. O cálculo extraído do programa está em anexo a este documento e foi reproduzido abaixo.

O condutor calculado para cada fase foi quantidade de um condutor na bitola de 10mm² por fase.

O condutor calculado para o neutro foi quantidade de um condutor na bitola de 10mm².

A queda de tensão efetiva calculada para o trecho foi de 0,52%.

Critério de dimensionamento: Capacidade de corrente



DIMENSIONAMENTO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS 4.0

Página: 1
03/09/2020

Projeto : SUBESTAÇÃO DA SECRETARIA DE FAZENDA

Circuito : Ramal do QDL

Dados de entrada	
Maneira de instalar:	Bandeja perfurada horizontal
Sistema:	Trifásico+Terra(3F+N+T)(Equil)
Cabo:	Cabo SINTENAX 0,6/1kV unipolar
Número de condutores por fase :	Automático
Seção nominal do condutor :	Automática
Seção mínima de cada condutor:	2,5 mm ²
Temperatura ambiente:	30 °C
Conteúdo de harmônicas:	0 %
Dispensada verificação contra curtos indiretos	
Dispensada verificação contra sobrecargas	
Comprimento do circuito	8,0 m
Queda de tensão máxima admitida :	3,00 %
Tensão fase/fase :	220 V
Tensão fase/neutro :	127,02 V
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Corrente c.c. presumida (Ikmax):	3,0 kA
Número de camadas de cabos	Uma
Tipo de arranjo	Genérico
Número de circuitos ou de cabos multipolares	>=9
Disposição dos cabos	Trifólio
Corrente do circuito :	40,0 A
Fator de potência do circuito :	0,92
Fator de demanda :	1,00
Valores calculados	
Seção nominal dos condutores :	1 x 10 mm ²
Critério de dimensionamento:	Capacidade de corrente
Capacidade de condução de corrente :	1 x 43,2 A
Fator de correção de agrupamento :	0,72
Fator de correção de temperatura :	1,00
Resistência em CA de cada condutor :	2,1897 ohm/km
Reatância indutiva de cada condutor :	0,1262 ohm/km
Queda de tensão efetiva :	0,52 %
Icc presumida mínima ponto extremo (Ikmin) :	2,35e+003 A
I2t de cada condutor para Ikmax :	1,37e+006 A
I2t de cada condutor para Ikmin :	1,39e+006 A
Tempo máximo para atuação da proteção para Ikmax :	1,52e-001 s
Seção nominal do condutor neutro :	1 x 10 mm ²

Os resultados apresentados foram baseados nas características dos produtos fabricados pela Prysmian

2 N



DIMENSIONAMENTO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS 4.0


Página:2
03/09/2020

Projeto : **SUBESTAÇÃO DA SECRETARIA DE FAZENDA**

Circuito : **Ramal do QDL**

Ver condições para redução do condutor neutro
na NBR5410/2004.

Seção nominal do condutor de proteção : 10 mm²


NATHAN MARINS
Engº Eletricista
CREA-RJ 2010108594

RESPONSÁVEL TÉCNICO

Nathan Ferreira Marins
Crea RJ Nº 2010108594



ANEXO

GRUPO T2N

QUEDAS DE TENSÃO

ENGENHARIA

**Projeto : SUBESTAÇÃO DE SECRETARIA DE FAZENDA****Circuito : TRANSF. DE 500 KVA****Dados de entrada**

Maneira de instalar:	Leito
Sistema:	Trifásico+Terra(3F+N+T)(Equil)
Cabo:	Cabo SINTENAX 0,6/1kV unipolar
Número de condutores por fase :	Automático
Seção nominal do condutor imposta :	240 mm ²
Seção mínima de cada condutor:	2.5 mm ²
Temperatura ambiente:	40 °C
Conteúdo de harmônicas:	0 %
Dispensada verificação contra contatos indiretos	
Dispensada verificação contra sobrecarga	
Comprimento do circuito	7.0 m
Queda de tensão máxima admitida :	3.00 %
Tensão fase/fase :	220 V
Tensão fase/neutro :	127.02 V
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Corrente c.c. presumida (Ikmax):	10.0 kA
Número de camadas de cabos	Uma
Número de circuitos ou de cabos multipolares	1
Disposição dos cabos	Contíguos
Corrente do circuito :	1600.0 A
Fator de potência do circuito :	0.92
Fator de demanda :	1.00

Valores calculados

Seção nominal dos condutores :	5 x 240 mm ²
Critério de dimensionamento:	Capacidade de corrente
Capacidade de condução de corrente :	5 x 352.9 A
Fator de correção de agrupamento :	0.80
Fator de correção de temperatura :	0.87
Resistência em CA de cada condutor :	0.0919 ohm/km
Reatância indutiva de cada condutor :	0.1672 ohm/km
Queda de tensão efetiva :	0.26 %
Icc presumida mínima ponto extremo (Ikmin) :	5.16e+004 A
I2t de cada condutor para Ikmax :	8.04e+008 A
I2t de cada condutor para Ikmin :	7.69e+008 A
Tempo máximo para atuação da proteção para Ikmax :	8.04e+000 s
Seção nominal do condutor neutro :	5 x 120 mm ²
Ver condições para redução do condutor neutro	



Projeto : SUBESTAÇÃO DE SECRETARIA DE FAZENDA

Circuito : TRANSF. DE 500 KVA

na NBR5410/2004.

Seção nominal do condutor de proteção :

600 mm²

Dividir este valor pelo número de condutores

e respectivas seções que forem mais adequadas.



Projeto : SUBESTAÇÃO DA SECRETARIA DE FAZENDA**Circuito : Ramal do QDL**

Dados de entrada

Maneira de instalar:	Bandeja perfurada horizontal
Sistema:	Trifásico+Terra(3F+N+T)(Equil)
Cabo:	Cabo SINTENAX 0,6/1kV unipolar
Número de condutores por fase :	Automático
Seção nominal do condutor :	Automática
Seção mínima de cada condutor:	2.5 mm ²
Temperatura ambiente:	30 °C
Conteúdo de harmônicas:	0 %
Dispensada verificação contra contatos indiretos	
Dispensada verificação contra sobrecarga	
Comprimento do circuito	8.0 m
Queda de tensão máxima admitida :	3.00 %
Tensão fase/fase :	220 V
Tensão fase/neutro :	127.02 V
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Corrente c.c. presumida (Ikmax):	3.0 kA
Número de camadas de cabos	Uma
Tipo de arranjo	Genérico
Número de circuitos ou de cabos multipolares	>=9
Disposição dos cabos	Trifólio
Corrente do circuito :	40.0 A
Fator de potência do circuito :	0.92
Fator de demanda :	1.00

Valores calculados

Seção nominal dos condutores :	1 x 10 mm ²
Critério de dimensionamento:	Capacidade de corrente
Capacidade de condução de corrente :	1 x 43.2 A
Fator de correção de agrupamento :	0.72
Fator de correção de temperatura :	1.00
Resistência em CA de cada condutor :	2.1897 ohm/km
Reatância indutiva de cada condutor :	0.1262 ohm/km
Queda de tensão efetiva :	0.52 %
Icc presumida mínima ponto extremo (Ikmin) :	2.35e+003 A
I ² t de cada condutor para Ikmax :	1.37e+006 A
I ² t de cada condutor para Ikmin :	1.39e+006 A
Tempo máximo para atuação da proteção para Ikmax :	1.52e-001 s
Seção nominal do condutor neutro :	1 x 10 mm ²



Projeto : SUBESTAÇÃO DA SECRETARIA DE FAZENDA

Circuito : Ramal do QDL

Ver condições para redução do condutor neutro
na NBR5410/2004.

Seção nominal do condutor de proteção : 10 mm²