

MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO ELÉTRICO ADEQUAÇÃO DA ENTRADA E ADEQUAÇÃO DA SUBESTAÇÃO SE - 03 DA FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL CIÊNCIA DA SAÚDE DE PORTO ALEGRE

OBRA: FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIA DA SAÚDE POA

LOCAL: Rua Sarmento Leite, 245 (Porto Alegre RS)

FINALIDADE: Estudos preliminares e levantamento das documentações para adequação da entrada de energia, cubículo de proteção e medição e subestação 03.

Responsável Técnico: Autor: Eng. Guilherme Tagliari Kurtz

Crea-rs:187407

Data: Dezembro de 2019

1 APRESENTAÇÃO

Segue abaixo lista de todos os documentos realizados nos projetos elétricos, enviamos esta prestação de serviço de elaboração de projeto elétrico executivo da subestação da FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE PORTO ALEGRE, localizado na Rua Sarmento Leite, nº 245, Bairro, no município de Porto Alegre/RS.

Para elaboração e desenvolvimento de projetos executivos elétricos, incluindo o acompanhamento durante a execução, visando a adequação da proteção do cubículo de medição e proteção, e da subestação 03 do Prédio 3 de 750 kVA, realizando a troca de TC e ajustes da proteção do transformador. Será necessário analisar todos os elementos elétricos (Disjuntores, seccionadoras, barramentos, fusíveis, módulos blindados, transformadores de corrente/potência, distância internas, aspectos construtivos, grades de proteção, EPI, QGBT, condutores, etc.).



Figura 1 – Ramal de Entrada de energia com derivação da media tensão na rede primaria da concessionária CEEE.

2 REFERÊNCIAS e NORMAS ORIENTATIVAS

O projeto de adequação da subestação e cubículo de medição e proteção, seguindo os padrões e normas descritas abaixo.



DADOS DA UNIDADE CONSUMIDORA:
NBR 7286/01 – Cabos de potência com isolamento solida estruturada de borracha de etileno propileno (EPR) para tensões de 1 a 35 kV;
NBR 5111/97 – fios e cabos cobre nu seção circular para fins elétricos;
NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão editada em 2004.
NBR 14039 (“Instalações elétricas de media tensão”)
RIC MT CEEE (Regulamento de Instalações Consumidoras em Média Tensão);
Combinação Chave-Seccionadora Fusíveis de Média Tensão em Corrente Alternada - IEC 62271-105 (antiga 60265)
IEC 62271-103 Graus de Proteção para Invólucros de Equipamentos Elétricos
NBR IEC 60670-1:2005 – caixas de derivações de instalações predias;
Chave de Aterramento – IEC 62271-102
Fusíveis Limitadores de Corrente de Alta Tensão - IEC 60282-1 – NBR 8669
NBR IEC 60529:2005 – graus de proteção para invólucros de equipamentos;
NBR IEC 62271-100/2003 - Equipamentos de Alta Tensão;

3.1 RELAÇÃO DE PLANTAS E MEMORIAIS

Compõem este projeto de alteração e ampliação da potência instalada da subestação SE 03, para atende as demandas da ampliação conforme os documentos abaixo:

DADOS DA UNIDADE CONSUMIDORA:
<i>Projeto de Situação e Localização Extensão de Rede:</i> 01-01-0129-Ele_MT_Situação_Localização_UFCSPA
<i>Projeto Elétrico Detalhes do Cubículo de Medição e Proteção Entrada de Energia:</i> 01-03-0129- Ele_MT Detalhes_Cubículo_Proteção_Medição_UFCSPA
<i>Projeto Elétrico Planta Baixa Construtivo do Cubículo de Medição e Proteção:</i> 02-03-0129- Ele_MT Construtivo_Cubículo_Proteção_Medição_UFCSPA
<i>Projeto Elétrico Diagrama Unifilar Geral Completo:</i> 03-03-0129-Ele_MT_Diagrama_Unifilar_Completo_UFCSPA

3.2 GENERALIDADES

3.2.1 Denominação: cf. as normas nacionais e internacionais vigentes, para os projetos das instalações elétricas de média tensão MT e baixa tensão BT, com a segurança das instalações e serviços em eletricidade.

3.2.2 Responsável Técnico: Engenheiro Eletricista Guilherme Tagliari Kurtz

3.2.3 N°. Registro Pessoa Física CREA: RS-187407

3.2.4 Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do CREA: 9355699



5 REDE DE MÉDIA TENSÃO

A seção dos condutores determinada de acordo com a demanda, a rede de média tensão da concessionária localizada na parte externa formada por condutores de media e baixa tensão de cobre nu CU-3#2/0 AWG e CU-3#2/0(2) AWG, tensões de primarias de 13,8 kV e tensões secundárias 220/127 V. Os condutores se encontram fixados com isoladores instalados nas cruzetas da estrutura de media tensão do tipo C2 (Rede convencional), seguindo os padrões mínimos e normas vigentes.

A derivação do ramal na rede de MT foi realizada com circuitos elétricos trifásicos a três fios (três fases), no poste da CEEE, através de um conjunto de 03 (três) chaves fusíveis unipolares, sendo as chaves e os elos fusíveis dimensionados nesse memorial técnico. O cabo de alimentação derivará da rede de distribuição primária da concessionária, que passa na via publica até o poste de ferro numero 134166.

A **figura 2** apresenta o poste da rede de distribuição em MT, local que é feita a derivação do ramal de ligação da rede primária 13,8 kV da CEEE, poste existente de ferro que não será modificado, somente os equipamentos de proteção deverão ser revisados na manutenções preventivas bem como as adequações na proteção do cubículo de medição e proteção.



Figura 2 – Ramal de Entrada de energia com derivação da media tensão na rede primaria da concessionária CEEE.

DADOS DA UNIDADE CONSUMIDORA:
Fundação Universidade Federal de Ciência da Saúde de Porto Alegre, UFCSPA
CNPJ sob número 92.967.595/0001-77.
UC - 3773039-8
Classificação tarifaria: Horo-sazonal verde, subgrupo A4, pode publico federal;
Numero do medidor kW/kWhxkVar = 341577
Demanda contratada atual fora de ponta/ponta=570 kW;
Chave faca: s/numero;
Poste de derivação Georeferencial: 134166

Tabela 1 – Dados da unidade consumidora conforme as informações da concessionária de energia CEEE.



A **tabela 2** apresenta os subsistemas de proteção instalados no poste da entrada de energia, foram sugeridas adequações nesses equipamentos em outros relatórios técnicos elaborados anteriormente, e reforçados novamente nesse memorial para ser reavaliados nas próximas atividades de manutenção corretiva e preventiva desses subsistemas conforme apresentado nos itens da tabela abaixo:

Item	Descrição das Sugestões de Adequações anteriores.
1	Analisar métodos adotados para instalação desses equipamentos (fixação, isoladores, suportes, etc.)
2	Adequar todos os equipamentos de proteção e seccionamento aos novos dimensionamentos.
3	Condutores pertencente ao aterramento dos para raios de distribuição, objetivando uma melhoria da solidificação do sistema em consonância ao ramal subterrâneo de MT, os elementos estão dimensionados no item subsequente.
4	Testar o funcionamento e conexões dos três para raios de distribuição para os do tipo resistores não lineares de óxido de zinco (Zno), instalados no poste de derivação com a rede da concessionária. Verificando se seguem os padrões de fornecimento conforme a padronização técnica de distribuição, PTD 00.0001 e da CEEE-D.
5	Os arranjos sequencias das ligações efetivam-se nas conexões aos condutores da MT, através de conectores estribo parafuso e grampo de linha viva, ambos existente, para cabos de cobre nu, seção circular de 2/0AWG.
6	Revisar o eletroduto galvanizado responsável pelo encaminhamento dos alimentadores de MT na descida junto ao poste, verificar a integridade do eletroduto no poste, numeração da chave seccionadora, junções e conexões.
7	Revisar o aterramento dos para-raios e do eletroduto galvanizado de aço carbono atrás da instalação de condutores de cobre nu e isolado em PVC (isolamento para 0,6/1 kV), respectivamente ambos 25 mm ² classe 2 de encordamento, conforme a figura 7 do RIC – MT, solidificado através de haste cobreada, 016 mm e comprimento 2,4 m, diretamente enterrada no solo.
8	Verificar as blindagens dos terminais termocontráteis existentes fixadas junto às chaves facas, que precisam estar interligadas malha de aterramento para equipamentos através de condutores de cobre nu 25 mm ² , isolação 0,6/1 kV.

Tabela 2 – Elementos instalados no poste da entrada de energia que deverão ser revisados na fase de adequações e manutenções preventivas e corretivas.

As subestações SE 01 e SE 02 não sofreram modificações, pois não fazem parte do escopo de adequação da subestação SE 03 e do cubículo de medição e proteção. Somente serão considerados as suas potências e parâmetros para as atividades de estudo de proteção e seletividade.



Subestação Transformadora SE – 01:
Potência aparente de transformação existente – 2x500 kVA = 1.000 kVA, transformadores do tipo a seco
Subestação Transformadora SE – 02:
Potência aparente de transformação existente – 1.000 kVA, tipo a seco;

Tabela 3 – Potência instalada nas subestações SE – 01 e SE – 02 que não fazem parte do escopo dos projetos elétricos.

A subestação SE – 03 foco dos projetos elétrico de adequação dos equipamentos de media tensão, transformadores de correntes, ajuste de rele se for necessário, janelas metálicas, sinalização, intertravamento, etc..

Subestação Transformadora SE – 03:
Cubículo da Subestação do tipo abrigado instalado no térreo nos fundos do prédio 2, com tensão de operação entre fases entre fases 13,8 kV (Primário) / 220/127 V (Secundário)
Potência aparente de transformação existente – 750 kVA, tipo a seco

Tabela 4 – Detalhes da subestação SE – 03 foco do projeto elétrico para adequação das instalações elétricas da subestação.

Na fase de requalificações nas instalações da subestação 02 e 03, indicamos a manutenção das subestações existentes, com testes e inspeções visuais de todos os equipamentos.

Item	Descrição das Sugestões de Adequações anteriores.
1	Revisar o eletrodutos galvanizados, eletrocalhas e suportes responsável pelo encaminhamento dos alimentadores de MT até o TC (“Transformador de Corrente”) instalado a montante do disjuntor de MT (“Média Tensão”) responsável pela proteção da SE 03.
2	Revisar o aterramento dos elementos metálicos, eletrodutos, eletrocalhas, QGBT, transformador, etc.. Realizando a instalação de condutores de cobre nu e isolado em PVC (isolamento para 0,6/1 kV), respectivamente ambos 25 mm ² classe 2 de encordamento.
3	Verificar as blindagens dos terminais termocontráteis existentes fixadas junto a secundário do transformador e também nos TC do disjuntor de MT das subestações SE 03 e SE 03.

Tabela 5 – Descrição das requalificações e manutenções a serem realizadas na subestação SE 02 e SE 03.

5.1 RAMAL DE LIGAÇÃO:

A derivação existente da rede de distribuição do tipo trifásica, derivação em MT com um ramal subterrâneo de entrada de energia elétrica com cabo isolado unipolar EPR 4#1x35 mm² classe de isolação 12/20 kV, protegidos mecanicamente por eletroduto de ferro galvanizado Ø 100 mm, que serão substituídos por eletrodutos de ferro galvanizado Ø 100 mm. No poste com estrutura mínima a ser requalificado F11-400dAN-C2-BC,



O percurso existente do ramal de entrada em media tensão, considerando sua descida pela estrutura “C2”, a sobra de cabos nas caixas de passagem em alvenaria com tampa de concreto, 2,5 m na primeira e ultima caixa (observando a curvatura de raio mínimo do cabo, conforme o fabricante), até os terminais termo contrátil sustentados internamente junto ao cubículo blindado montante presente na cabine de medição.

6 CUBÍCULO DE MEDIÇÃO E PROTEÇÕES:

O cubículo de medição e proteção instalado num cubículo abrigado na parte externa da edificação do prédio 1, considerando as atividades deste projeto elétrico de ampliação na capacidade de suprimentos da subestação SE-03, situado no prédio 2.

Para adequações das instalações elétricas da subestação particular SE 03 com capacidade de transformação de 750 kVA/13.800/220-127V, para adequar os TC de proteção e proteção do relé. Nesses cubículos se encontra instalados módulos blindados isolados a AR e Gás SF6, com as disposições dos elementos de medição(transformadores para instrumentos), proteção e manobra–cubículos blindados, fabricantes ABB, isolados a ar e a gás SF6.

O sistema de alimentação elétrica, através da rede aérea primaria da concessionária, com entrada subterrânea. Após a entrada na subestação os cabos de média tensão são substituídos por barramento de cobre nu, que seguem para o cubículo de medição composto de TC's/TP's. A forma da alimentação da subestação, com cabos descendo através de chaves seccionadoras, fusíveis e tubulações vindas do poste da rede de distribuição de MT.

Os cubículos de linha, montados em gabinetes próprios para instalação em ambientes fechados (interior de prédios) devem possuir as seguintes características de acordo com o RIC MT (a CEEE):

- Isolação integral em SF6 e Plug-in de entrada sistema IEC ou ANSI para 600A;
- Intertravamento elétrico e mecânico entre alimentadores;
- Motorização com dispositivo de bloqueio, visando impedir o acionamento involuntário/acidental da chave;
- Sensor de tensão através de bucha capacitiva. É proibida a utilização de TP para sensor de tensão para controle da chave. E Possibilidade de seleção do alimentador principal ou reserva por meio de seletor no painel;
- Automatismo: chave automática/semi-automática, com possibilidade de seleção manual da opção de operação automática ou semi-automática por meio de seletor na chave;
- Chave seletora no painel para operação local e remota;
- Dispositivo de proteção para impedir o acionamento por pessoas não habilitadas das botoeiras da chave. Como exemplo o uso de botoeira com dispositivo tipo “kirk”, seguindo o que regulamenta a NR10;
- Contador de operações e indicador luminoso de existência de tensão na chave (para cada módulo).
- Sistema de energia ininterrupta (no-break), com autonomia de 4 horas, para acionamento da chave no caso de falta de energia elétrica. A chave deve atender as normas de segurança aplicáveis.



A configuração dos módulos deve ser definida em função do tipo de aplicação, devendo seguir a ordem estipulada na **Tabela 6** (Quadro 3 do RIC MT Subterrânea), em consonância com as exigências previstas na NR10. O ramal de entrada é através da rede aérea da concessionária não sendo necessário a instalação de chave reversora com dois alimentadores, somente um conjunto modulo de entrada e chave de aterramento para manutenções na entrada de energia.

	Subestação até 300kVA	Subestação > 300kVA
Medição MT (subgrupo A4)	- Chave reversora semi-automática - Fusível Proteção com aterramento - Medição Concessionária - Chave Seccionadora com aterramento	- Chave reversora semi-automática - Disjuntor Proteção com aterramento - Proteção TC/TP - Medição Concessionária - Chave Seccionadora com aterramento - Chave Proteção (mais de 1 TR)
Medição BT	- Chave reversora semi-automática - Fusível Proteção TR com aterramento	- Chave reversora semi-automática - Disjuntor Proteção TR com aterramento

Quadro 3

Tabela 6 – Configurações dos módulos em função do tipo de aplicação (RIC MT).

O painel blindado deve ser instalado no lado esquerdo da subestação, tomando como base sua porta principal, e a montagem realizada da esquerda para a direita. Sendo assim, a entrada dos cabos alimentadores da concessionária deve ser pela esquerda, do mesmo modo como ocorre atualmente. A entrada e saída de cabos devem ocorrer pela parte inferior do painel.

Os módulos devem ter suas partes traseiras encostadas na parede da subestação e o acesso aos cubículos deve se dar apenas pela parte frontal. Além disso, as portas devem possuir intertravamento mecânico de modo a permitir sua abertura apenas em caso do circuito estar aberto e aterrado, proporcionando segurança às pessoas que necessitem estar em contato com as partes energizadas do painel.

O cubículo de média tensão deve possuir 8 módulos compartimentados, são eles:

Configuração: **D – C – M – M – V- P – P – P** (Remonte + Chave de Seccionamento + TC/TP Medição CEEE + TC/TP de Proteção + Disjuntor+Seccionadora SE 01+Seccionadora SE 02 + Seccionadora SE 03).

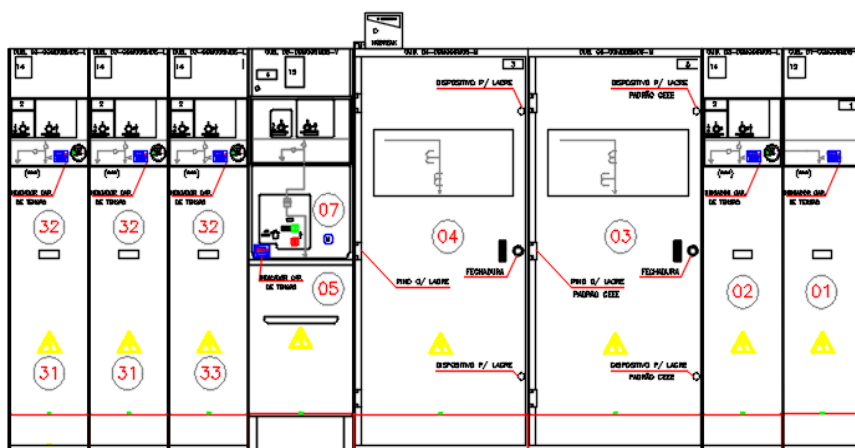


Figura 3 – Vista Frontal dos módulos blindados isolados a ar e a gás instalado na cabine de medição e proteção geral.



A seguir, todos esses módulos serão analisados separadamente e suas características, funcionalidades e especificações descritas. Esta especificação estabelece os requerimentos mínimos para a escolha de cubículos com isolamento integral em Hexafluoreto de Enxofre (SF6) do tipo livre de manutenção, de uso interior para uma tensão de 13,8 kV.

Para proteção da entrada de energia e seus elementos (Transformadores, Condutores etc.) existem instalado cubículos de chave de aterramento e de entrada, nos módulos blindados seguintes, são instalados o modulo com disjuntor geral de média tensão do tipo SF6 com dispositivos para indicar a ocorrência de pressões inferiores a determinados níveis mínimos e inter-travamentos para impedir sua operação em condições perigosas de super pressão. Os últimos três cubículos são responsáveis pelo seccionamento e proteção das três subestações existente.

6.1 CUBÍCULO DE ENTRADA E CHAVE DE ATERRAMENTO CEEE:

O cubículo blindado responsável pela a entrada e chave de aterramento do alimentador de energia, vindo da rede primária de distribuição, atualmente esse cubículo se encontra desativado, devido a avarias no funcionamento dos dispositivos de proteção instalados no mesmo. Será necessária a troca desses cubículos por novos com os mesmos parâmetros do existente, conforme a **tabela 7** abaixo, com todos os detalhes do dispositivo existente e a ser instalado

- Cubículo Blindado Fabricante ABB, Modelo SAFETPLUS Tipo D, Isolação em Gás SF6 (Hexafluoreto de Enxofre) Massa de Utilização 1,07 kg e pressão de 0,04 Mpa, classe 17,5 kV, 60 Hz, tensão suportável de impulso ou NBI (Nível Básico de Impulso) 95 kV, tensão suportável sob frequência de suprimento 38 kV, corrente nominal de barramento de 600 A, suportabilidade sob curto circuito 20 kA (t=3 s). Responsável pela a entrada e conexão dos alimentadores.

- Cubículo Blindado Fabricante ABB, Modelo SAFETPLUS Tipo C, Isolação em Gás SF6 (Hexafluoreto de Enxofre) Massa de Utilização 1,07 kg e pressão de 0,04 Mpa, classe 17,5 kV, 60 Hz, tensão suportável de impulso ou NBI (Nível Básico de Impulso) 95 kV, tensão suportável sob frequência de suprimento 38 kV, corrente nominal de barramento de 630 A, suportabilidade sob curto circuito 20 kA (t=3 s), chave de aterramento exclusivo da CEEE.

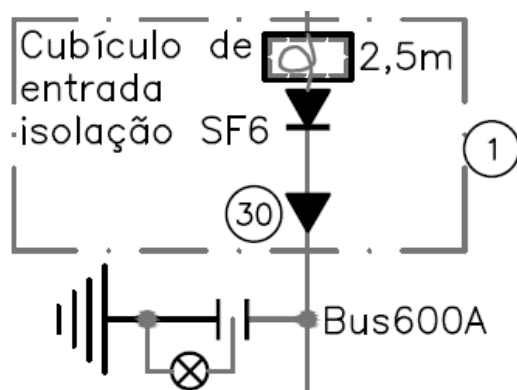


Figura 4 – Ilustração do diagrama unifilar e cubículo de entrada e chave de aterramento a ser requalificado (Cubículo de entrada ABB safe plus tipo D, isolamento em SF6)



Item	Equipamento Existente	Equipamento à Instalar
1	Cubículo Blindado desativado do Fabricante ABB, Modelo SAFETPLUS Tipo D, Isolação em Gás SF6	Cubículo Blindado Fabricante ABB, Modelo SAFETPLUS Tipo D, Isolação em Gás SF6, com mesmas características técnicas do existente.
2	Cubículo Blindado desativado Fabricante ABB, Modelo SAFETPLUS Tipo C, Isolação em Gás SF6	Cubículo Blindado desativado Fabricante ABB, Modelo SAFETPLUS Tipo C, Isolação em Gás SF6, com mesmas características técnicas do existente.

Tabela 7 – Cubículos blindados existentes a serem reativados com novos cubículos blindados do mesmo fabricante e modelo.

Sugestões de Atividades de Manutenções e Adequações Cubículos de Entrada e Chave de aterramento que se encontram desativadas:

- ✓ Revisar as conexões dos condutores de media tensão aos barramento do cubículo blindado, bem como a de espera de cabo reserva, são realizados através de terminações contrateis a frio, para condutores de cobre singelo, seção circular de 35 mm², isolamento extrudada de borracha etileno-propileno (EPR), isolamento para 15 kV, no formato de cotovelo e ou cachimbo.
- ✓ A zona de interseção dos cubículos de entrada ao jusante efetiva-se via barramento de ampacidade nominal para 600 A, com isolamento de classe 15 kV, conforme figura abaixo. As conexões dos condutores de media tensão ao cubículo blindado, bem como a de espera do cabo reserva, são realizadas através de terminações contráteis a frio, classe de isolamento para 15 kV, no formato de cotovelo cachimbo.

6.2. CUBÍCULO DE MEDIÇÃO - CEEE

O cubículo blindado responsável pela instalação dos equipamentos de medição da concessionária de energia CEEE, local onde se encontram instalados os TC e TP com medição do tipo dois elementos.

O cubículo consiste de um gabinete metálico de dimensões compactas (isolação a ar), sendo apropriado para instalação em seu interior de transformadores de potencial e de corrente destinados à medição de tensões e correntes num sistema elétrico, permitindo, também, a alocação de outros equipamentos tais como pára-raios, transformadores auxiliares etc.

Não serão realizados projetos de adequação estrutural e outros detalhes construtivos, somente serão realizados os cálculos e dimensionamento, para adequação dos equipamentos instalados de proteção e medição da subestação 03.

- Cubículo Blindado Fabricante ABB, com isolamento a AR, classe 17,5 kV, 60 Hz, corrente nominal de barramento de 630 A, suportabilidade sob curto circuito 20 kA (t=3 s). Responsável pela instalação dos transformadores de corrente e potência para medição em dois elementos CEEE.





Figura 5 – Ilustração do diagrama unifilar e cubículo de medição exclusivo da concessionária.

Sugestões de Atividades de Manutenções e Adequações Cubículos de Entrada e Chave de aterramento que se encontram desativadas:

- ✓ Revisar os aterramentos de portas metálicas (interligada a malha de aterramento através de cabos de cobre nu com seção de 25,0 mm² e cordoalha de 25,0 mm² na junção da parte fixa e móvel, respectivamente) com dispositivos trinco fechadura de segredo e codificação de padronização CEEE-D para uso de media tensão.
- ✓ Verificar o funcionamento e operação do rele digital de multifunções, presente junto ao cubículo de proteção geral, esta fora de operação por não estar energizado, tornando-se necessárias ações corretivas para ideal funcionamento do quadro de proteção indireta.
- ✓ Revisar a operação do Nobreak responsável, para o suprimento em energia elétrica a unidade motorizada do disjuntor em media tensão e do quadro de proteção indireta contendo o relé de multifunção integrado ao cubículo de proteção geral, esta previsa a instalação de uma unidade interrupta de energia, no-break, de tensão nominal 127/220 V (entrada/saída), potência aparente em operação continua de 2.000 VA autonomia mínima de 2 h, interligado a rede em baixa tensão presente junto a cabine de medição através de circuitos dedicado junto ao CD existente, a ser confeccionado.
- ✓ Também objetivando a correta operacionalidade do disjuntor geral deverão ser prevista e revista todos os sistemas de comissionamento, força e comando, dos esquemáticos de ligação e inter-travamentos elétricos e ou mecânico.
- ✓ O suprimento de energia elétrica o destinado a iluminação, tomadas e iluminação de emergência (autonomia mínima para 2 horas), será mantido de acordo com os circuitos de baixa existentes, prevendo-se a manutenção e substituição em caso de operacionalidades indevidas (falhas no funcionamento)

A interligação entre os secundários dos transformadores para instrumentos, junto ao cubículo blindado, chave de aferição e o medidores de energia, situados no nicho metálico, efetiva-se através de 8 condutores de seção circular de 4 mm², isolamento em PVC 0,6/1 kV, classe 4 ou 5 de encordoamento, na configuração 4x2#4mm², 2 por TP e TC (metodologia de medição a 2 elementos, 2xTP/2xTC), distribuídos em confino de dois eletrodutos de PVC rígido, classe A, de diâmetro nominal de 50 mm (1.1/2”), trechos, horizontal embutido no piso e vertical em forma aparente sobre a parede em alvenaria.



6.3. CUBÍCULO PROTEÇÃO E TRANSIÇÃO DE BARRAS

O cubículo onde situam-se os transformadores para instrumentos de uso exclusivo para proteção, do tipo de corrente (TC's), é pertencente ao fabricante ABB, modelo R, isolamento a ar, classe 24 kV, 60 Hz, tensão suportável de impulso ou NBI (Nível Básico de Impulso) 125 kV, tensão suportável sob frequência suprimimento 50 kV, corrente nominal de barramento de 630 A, suportabilidade sob curto circuito 20 kA ($t=1$ s), com dimensões externas (500x1950x975) mm.

Embora os transformadores de corrente estejam em confinamento ao módulo em questão, o rele digital e o disjuntor de proteção geral encontram-se no cubículo a jusante, sendo a interligação entre os secundários dos TC's e o relé efetivada através de 6 condutores de seção circular de 2,5 mm², isolamento PVC, isolamento para 0,6/1kV, classe 4 ou 5 de encordoamento, na configuração 3x2#2,5 mm², 2 por TC, distribuídos em confinamento a estruturas dos cubículos.

A amostra de corrente elétrica supervisionada pelo relé multifunção, cubículo a jusante, efetiva-se através de transformadores para instrumentos do tipo corrente (TC), classe 15 kV, de uso exclusivo para serviços de proteção, para tanto o dimensionamento e especificação dos mesmos, serão abordados no estudo de coordenação e seletividade das proteções gerais de MT, apresentando em complementar a este documento.

6.4. CUBÍCULO PROTEÇÃO GERAL DISJUNTOR MT

O cubículo de proteção geral, o qual possibilita a seção e ou aterramento das extremidades de fonte e carga, bem como abertura temporizada ou instantânea em resposta às solicitações de corrente, desse ponto da instalação, é do fabricante ABB, modelo P1F, isolamento a ar, classe 24 kV, 60 Hz, tensão suportável de impulso ou NBI (Nível Básico de Impulso) 125 kV, tensão suportável sob frequência suprimimento 50 kV, corrente nominal de barramento de 630 A, suportabilidade sob curto circuito 20 kA ($t=1$ s), com dimensões externas (750x1950x975) mm. Internamente ao mesmo encontram-se os equipamentos abaixo relacionados e especificados.

- Cubículo Blindado Fabricante ABB, Modelo unimix Tipo R, Isolamento a AR, Classe 24 kV, 60 Hz, tensão suportável de impulso ou NBI (Nível Básico de Impulso) 125 kV, sob frequência de suprimimento 50 kV, corrente nominal de barramento de 630 A, suportabilidade sob curto circuito 20 kA ($t=1$ s). Responsável pela transição de barra e alojamento dos TC's de proteção (Especificados e Dimensionados conforme o estudo de proteção e seletividade das proteções gerais em MT).

- Disjuntor Geral de MT Fabricante ABB, Modelo HD4/UNIMIX-F, Isolamento em Gás SF6 (Hexafluoreto de Enxofre), Classe 24 kV, 60 Hz, tensão suportável de impulso ou NBI (Nível Básico de Impulso) 125 kV, sob frequência de suprimimento 50 kV, corrente nominal de barramento de 630 A, suportabilidade sob curto circuito 20 kA ($t=3$ s), tempo de abertura de 45 ms, período de extinção de arco voltaico 10-15 ms, tempo de interrupção (55,60 ms), tempo de fechamento de 80 ms, disjuntor do tipo motorizado com tensão de operação em 220 V (modelo ESH9)





Figura 6 – Ilustração do diagrama unifilar e cubículo de proteção do disjuntor geral MT.

Chave seccionadora e de aterramento SHS2/IB:

- Fabricante – ABB;
- Modelo – SHS2/IB;
- Função – Operacionalização seccionadora e ou aterramento fonte/carga;
- Isolação Câmara de Seccionadora – Gás SF6;
- Tensão de Operação – 24 kV;
- Frequencia nominal – 60 Hz;
- Tensão Suportável de impulso ou NBI – 125 kV;
- Tensão admitida sob frequência de suprimento – 50 kV;
- Corrente nominal – 630 A;
- Capacidade de emanação em curto circuito – 20 kA (1s);
- Sinalização quanto a presença de tensão – não possui;
- Operação – Manual abertura em carga.

Disjuntor geral de média tensão:

- Fabricante – ABB;
- Modelo – HD4/Unimix-F;
- Função – Operacionalização de abertura e fechamento fonte/carga em regência manual ou automatizada via relé digital;
- Isolação Câmara de Seccionadora – Gás SF6;
- Tensão de Operação – 24 kV;
- Frequencia nominal – 60 Hz;
- Tensão Suportável de impulso ou NBI – 125 kV;
- Tensão admitida sob frequência de suprimento – 50 kV;
- Corrente nominal – 630 A;
- Capacidade de emanação em curto circuito – 20 kA (1s);
- Operação: Motorizada;
- Suprimento Sistema Motorizado: Entrada 220 Vca, 60 Hz, arranque 1.500 VA, regime continuo 400 VA

O relé digital multifunção existente com a função de monitoramento das grandezas elétricas ao comando das operacionalização do disjuntor de media tensão é pertencente ao fabricante ABB, modelo REF 610, sendo suas funções de proteção, codificação ANSI, discriminadas como segue:



- 46 – falta de fase ou desequilíbrio de corrente;
- 49 – térmica para máquinas elétricas;
- 50 – sobrecorrente instantânea de fase;
- 50 N – sobrecorrente instantânea de terra;
- 50/50N-L arco elétrico por sobrecorrente e sensor luminoso;
- 51 – Sobrecorrente temporizada de fase;
- 51 N – sobrecorrente temporizada de terra;
- 62 BF – falha do disjuntor;
- 79 – religamento automático;
- 86 – rele de bloqueio

As funções de proteção habilitadas para o sistema de monitoramento serão 50/50N, 51/51N, 62 BF, 79 e 86, estando as demais desativadas em vista das características da instalação. Os parâmetros para inserção das referências de disparo de comunicações rele disjuntor serão fornecidas ao estudo de coordenação e seletividade das proteções gerais em MT em complementar a este documento.

A amostra de corrente elétrica supervisionada pelo relé multifunção efetua-se através de transformadores para instrumentos do tipo corrente (TC), classe 15 kV, de uso exclusivo para serviços de proteção, dimensionados e especificados no estudo de coordenação e seletividade das proteções gerais de média tensão, apresentado em complementar este documento.

6.5. SECCIONADORA DE PROTEÇÃO – TIPO P (SUBESTAÇÕES 01, 02 E 03)

O cubículo modular tipo P é provido de seccionadora de três posições (LIGADO, DESLIGADO e ATERRADO) com eixos distintos para acionamento da seccionadora sob carga e de aterramento, cuja velocidade de manobra (FECHAMENTO, ABERTURA OU ATERRAMENTO) independe da ação do operador. Este cubículo pode, também, ser equipado, a qualquer tempo, com contatos auxiliares e motorização, possibilitando comando remoto/automatização do mesmo.

A seccionadora sob carga é recomendada na manobra ou seccionamento da instalação. Expansão/extensibilidade: à esquerda, à direita ou em ambos os lados. O cubículo blindado responsável pela proteção e seccionamento da subestação SE 03 alimentador de energia, vindo da rede primária de distribuição. O Cubículo chave seccionadora, isolamento em Gás SF6 (Hexafluoreto de Enxofre) e de aterramento de operação em carga Modelo SHS21IB, classe 24 kV, 50/60 Hz, tensão suportável de impulso ou NBI (Nível Básico de Impulso) 125 kV, tensão suportável sob frequência de suprimento 58 kV, corrente nominal de barramento de 630 A, suportabilidade sob curto circuito 20 kA (t=1 s). Chaves seccionadoras a montante do disjuntor geral de média tensão.



Figura 7 – Ilustração do diagrama unifilar e cubículo responsável pelo seccionamento das subestações SE 01, SE 02 e SE 03.



Ambos pertencentes ao fabricante ABB, modelo P2, isolamento a ar, classe 24 kV, 60 Hz, tensão suportável de impulso ou NBI (Nível Básico de Impulso) 125 kV, tensão suportável sob frequência suprimimento 50 kV, corrente nominal de barramento de 630 A, suportabilidade sob curto circuito 20 kA ($t=1$ s), com dimensões externas (375x1950x975) mm.

Chave seccionadora e de aterramento c/ dispositivo fusível HH:

- Fabricante – ABB;
- Modelo – SHS2/N-T2F;
- Função – Operacionalização de abertura fonte/carga manual e ou automática (fechamento somente manual)
- Isolação Câmara de Seccionadora – Gás SF6;
- Tensão de Operação – 24 kV;
- Frequencia nominal – 60 Hz;
- Tensão Suportável de impulso ou NBI – 125 kV;
- Tensão admitida sob frequência de suprimimento – 50 kV;
- Corrente nominal – 630 A;
- Capacidade de emanação em curto circuito – 20 kA (1s);
- Sinalização quanto a presença de tensão –possui (queimado);
- Complementar: arranjo montado com três elementos fusíveis HH, um para cada fase.

As correntes dos elementos fusíveis do modelo Unimix-F, módulos de proteção SE 01 SE 02 de uma forma individual são de 80 A e 100 A, respectivamente. A necessidade de substituição desses componentes será regida pelo estudo de coordenação e seletividade das proteções gerais em MT em complementar a esse documento.

HH – 40 A – Montante a chave seccionadora de cada transformador pertence a SE 01;

HH – 75 A – Montante a chave seccionadora da SE 02

HH – 80 A – junto ao cubículo alimentadores da SE – 01 situado na cabine da medição em media tensão;

HH – 100 A – Junto ao cubículo alimentador da SE – 02, situado na cabine da medição em MT;

HH – 80 A – Junto ao cubículo alimentador da SE – 03, situado na cabine da medição.

7. SUBESTAÇÃO SE – 03

A subestação possui atualmente um transformador de 750KVA -220/127V - 13,8kV com transformador a seco e protegido por disjuntor geral de média tensão classe de isolamento 15KV-mínimo 400 A isolado a SF6, com proteção através de relés secundários alimentados através de no-break de 1KVA, existente instalada de forma abrigada no térreo.

Esta subestação se encontra alimentada a partir do cubículo de medição, através da instalação de mais um módulo (cubículo) isolado a SF6, classe 15KV, corrente de derivação de no mínimo 200 A, com dispositivo de proteção para fusíveis HH – 80 A.



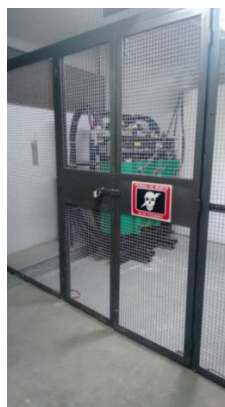


Figura 8 – Ilustração da subestação SE 03 a ser requalificado o TC de proteção, janelas metálicas, sinalizações e outras intervenções necessárias.

O transformador deverá ser a seco, com tensões de média tensão de 13800/13200/12600/12000V e em baixa tensão em 220/127 V, com enrolamento estrela-triângulo, com relé de medição de temperatura dos enrolamentos, interligado ao disjuntor geral de baixa tensão.

O relé incorporado ao disjuntor geral de media tensão com corrente eficaz de 630 A, deverá ser parametrizado de acordo com o estudo de seletividade, para ajustar as funções de sobre corrente e instantânea do relé, com interrupção sob curto circuito de 16 kA, tensão nominal de 17,5 kV (RMS), de nível básico de impulso mínimo de 38 kV (eficaz 60 Hz em 1 minuto) mínimo de 95 kV (Crista 1,2 / 5- us), isolamento a vácuo, tempo de abertura 45 ms, tempo de extinção de arco voltaico menor do que 15 ms, tempo de interrupção menor ou igual a 70 ms, e o tempo de fechamento deverá ser menor que 100 ms.



Figura 9 – Ilustração do disjuntor geral de MT e o relé incorporado que deverá ser parametrizado de acordo com o estudo de seletividade.

Dentro da subestação a anterior ao QGBT, será instalado um disjuntor tripolar de 3 x 3200 A (no QG), destinado a proteger o cabo no trajeto entre o QGBT e o Transformador. Este disjuntor deverá estar instalado em um quadro elétrico auto-portante e com barramentos de entrada e de saída, de maneira que se possa conectar as quantidades de cabos por fase mostrados no projeto.



A **figura 10** apresenta o sistema de proteção e do transformador, que deverá ser ativado na fase de adequações das instalações elétricas da subestação SE – 03, com a devida instalação do relé com o sensor de temperatura, instalado nos enrolamentos do transformador a seco, e interligando ao disjuntor geral de proteção existente.



Figura 10 – Ilustração do relé responsável pela proteção do transformador realizar a ativação do sistema no transformado a instalar.

8. SUBESTAÇÃO SE – 02 INSTALAÇÃO DO INTERTRAVAMENTO

A subestação SE – 02 existente com potência instalada de 1.000KVA -220/127V - 13,8kV com transformador a seco e protegida por um conjunto de chave seccionadora de 400 A, não sendo foco dos projetos complementares para adequação da subestação SE 03, indicamos alguns ajustes no sistema de intertravamento elétrico entre a chave seccionadora e o disjuntor de baixa tensão instalado no QGBT 03, alimentado pela a mesma fonte do QGBT, realizando a reativação desse sistema de proteção.

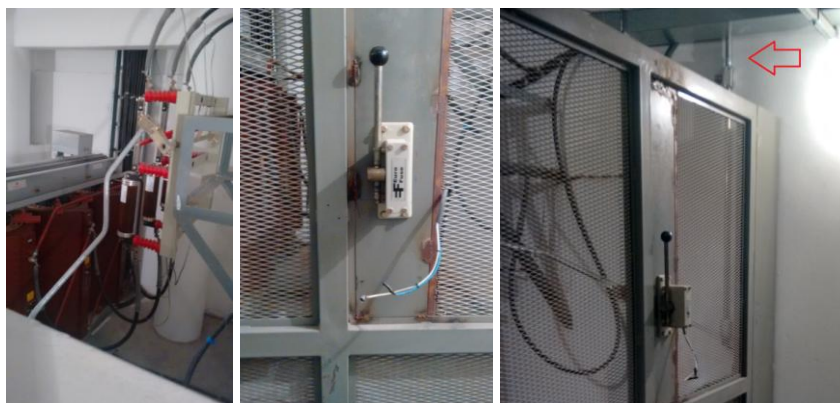


Figura 11 – Ilustração da alavanca do punho da chave seccionadora que deverá ser ativado o sistema de intertravamento com o disjuntor geral do QGBT instalado no andar superior.

9. ASPECTOS CONSTRUTIVOS SUBESTAÇÃO BLINDADA

Os cubículos deverão proporcionar um serviço absolutamente seguro sob qualquer ponto de vista. Os painéis deverão ser do tipo compacto, classe LSC2A-PI-IAC-AFL, conforme descrito na norma IEC 62271-200, compostos de células modulares, compartimentadas em invólucro metálico, uso interno (grau de proteção IP2XC), equipados com aparelhagens fixas (seccionadora) e desconectáveis (disjuntores), com saída e entrada de cabos preferencialmente pela parte inferior e com acesso totalmente frontal, através de tampas intertravadas com o circuito de força, de forma que somente com o circuito aberto e aterrado, seja possível acesso seguro aos compartimentos energizados.



Os cubículos em geral e em cada uma de suas partes deverão poder resistir aos curto circuitos e sobre tensões que puderem ser produzidas em condições de serviço. Estarão concebidas para seu funcionamento ainda que em condições de inundação da subestação transformadora. O fabricante deverá apresentar ensaios que demonstrem o funcionamento do cubículo ante a imersão em água por um período de 24 Hs. Será considerado nas instalações da subestação as seguintes especificações descritas abaixo:

- O recinto deve ter dimensões adequadas para que seja observada a distância mínima de 0,70 m entre a extremidade das portas do conjunto blindado, quando abertas a 90°, e as paredes ao redor do conjunto blindado, deve ser reservada uma faixa com largura mínima de 1,00 m, para permitir a livre circulação. As portas devem obedecer ao item 7.6.3. Janelas para Ventilação e Iluminação As janelas devem obedecer ao prescrito no item 7.6.5. Os recintos devem ser construídos com as observações do item 7.6.6.
- Permitindo uma distancia mínima dos corredores de controle e manobra e os locais de acesso devem ter dimensões suficientes para que haja espaço livre mínimo de circulação de 0,80 m, com todas as portas abertas, na pior condição, ou equipamentos extraídos em manutenção;
- Havendo equipamentos de manobra, deve ser mantido o espaço livre em frente aos volantes e alavancas, conforme NBR vigente. Em nenhuma hipótese, esse espaço livre pode ser utilizado para outras finalidades;
- Cada fabricante deve apresentar o projeto com a descrição e as características do seu produto para homologação e liberação pela concessionária;
- Devem conter quadro sinóptico na parte frontal e cubículo deve ter placa de identificação. A disposição dos equipamentos deve, obrigatoriamente, obedecer aos diagramas unifilares adotados nos padrões da concessionária;
- Todas as partes metálicas do cubículo blindado, bem como suportes e carcaças dos equipamentos, devem ser interligadas e devidamente aterradas.
- A subestação deve estar provida de extintor de incêndio junto à porta de acesso adequado para o uso em eletricidade (CO2, pó químico ou areia seca), conforme norma específica do Corpo de Bombeiros da localidade;
- Não pode haver dutos aparentes de água, esgoto ou outros, dentro da subestação. As ferragens devem ter tratamento anticorrosivo. Quando forem utilizadas portas e janelas de alumínio, devem ser observadas a resistência mecânica e as conexões de aterramento adequadas;
- Deve ser afixado o diagrama unifilar completo e com legenda (emoldurado), em local visível SE, o mais próximo possível do(s) equipamento(s) de manobra;
- A subestação deve possuir no mínimo dois pontos de iluminação artificial de 100 W cada, incandescente ou equivalente, comandados por interruptores individuais. E provida de iluminação de emergência, autonomia mínima de 2h;
- O compartimento deve possuir porta e janelas metálicas para ventilação e expansão dos gases. Em nenhuma hipótese, a área bruta de ventilação pode ser menor que 1 m² para cada 6 m³ de volume do compartimento com paredes de tijolo maciço de 25 cm de espessura ou 1 m² para cada 10 m³ de volume de compartimento com paredes de concreto armado de 15 cm espessura. Promovendo a circulação de ar circulação de na parte interna da subestação;
- As portas e janelas devem possuir venezianas fixas e situarem-se, no mínimo, 20 cm acima do piso exterior placa com a indicação: "Perigo de Morte - Alta Tensão" (ver figura 35). As que não estiverem na área de circulação da subestação devem possuir venezianas fixas tipo "V" invertido (chapéu chinês).



- Instalação de estrados isolantes elétricos no piso da subestação, com capacidade de isolamento elétrica de 15 kV, cor preta, constituído de borracha robusta, macia e flexível, com textura recartilhada de relevo antiderrapante [5];
- Todas as partes metálicas deverão ser solidamente conectadas a malha de aterramento;
- Realizar a pintura adequada do teto e paredes da subestação na cor branca, com tinta plástica à base de acrílico, fosca, para interior, inclusive demão de massa, lixamento, limpeza, demão de selador e duas demãos de acabamento;
- A **figura 12** apresenta a ausência da janela metálica, será necessário realizar a instalação da janela metálica instalada na parte superior da subestação SE – 03 atualmente a mesma se encontra aberta, instalar de forma contínua ate o canto da parede janela padrão CEEE metálica com venezianas fixas;



Figura 12 – Ilustração do ponto de instalação da janela metálica na parte superior junto ao teto da subestação.

A sinalização da subestação deverá ser feita através da instalação de placas visando facilitar a identificação da mesma, de acordo com as exigências da norma NR- 10. Essas placas deverão ser confeccionadas segundo o padrão a seguir:

- Placa de acrílico com a inscrição "SUBESTAÇÃO Nº 3", na cor branca, com as letras na cor vermelho escuro, nas dimensões de 400 mm x 150 mm, para instalação na parede externa da subestação;
- Placa de acrílico com a inscrição "ÁREA RESTRITA", na cor branca, com as letras na cor preto, nas dimensões de 200 mm x 50 mm, para instalação nas portas principal e de emergência externa da subestação;
- Placa de alumínio anodizado na cor natural, nas dimensões de 300 mm x 150 mm, com caracteres em caixa alta h=15cm, na cor vermelha gravados por impressão fotomecânica, com os dizeres "ALTA TENSÃO", e "PERIGO DE MORTE", para instalação nas portas principal e de emergência externa da subestação. E também deverão ser instaladas plaquetas de sinalização dentro da subestação

10. INTERTRAVAMENTO ELÉTRICO:

Revisar o intertravamento entre a chave seccionadora geral em MT e o disjuntor de MT, através de uma bobina de abertura instalada neste último e um contato auxiliar instalado no punho da primeira, o qual na tentativa de manobrar a chave seccionadora se fechará antes da abertura das facas acionando a abertura do disjuntor. O cabo de comando é do tipo cordoplast 2x2,5mm², protegido mecanicamente até o disjuntor de MT por eletrodutos de PVC Ø20mm (3/4"). Está instalado um TP de proteção 13,8kV/220V dentro da cela para alimentar este intertravamento e um Nobreak com autonomia mínima de 2h para alimentação do relé do disjuntor (função 50/51 microprocessado).



11. INCÊNDIO, ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA:

Revisar os extintores instalados na subestação, que deverá ficar no acesso a subestação na parte externa do cubículo, em local visível e sinalizado, está instalado um extintor de incêndio tipo CO2 com 6kg, com suporte para parede.

12. DPS:

Será instalado os DPS classe II ou C, no mínimo $I_n=40kA$, $U_p=1,5kV$, $U_c=275V$, com cabos de interligação 16mm².

13 ATERRAMENTO SUBESTAÇÃO SE 03 E CUBÍCULO DE MEDIÇÃO/PROTEÇÃO

A malha de aterramento existente não será alterada. O aterramento de todas as partes metálicas da subestação e da blindagem metálica dos cabos de 15 kV será com cabo de cobre nu 25,0mm², interligado a malha de terra existente. As partes móveis (portas e acionamento das seccionadoras) serão aterradas com cordoalhas de cobre estanhado, conectadas às estruturas metálicas e ao cabo de 25,0 mm² através de conectores apropriados.

- Realizar as inspeções das hastes de aterramento baldes de inspeção, conexões, instalação, etc.
- Realizar o laudo técnico do aterramento, verificando a interligação de todos os elementos metálicos, medição de resistência de aterramento com o Terrometro no sistema de aterramento da Subestação 03. Ao final do procedimento de análise deverá ser fornecido a UFCSPA o laudo de certificação do sistema de aterramento, contendo metodologia, cálculo e planilha de resultados.
- Contemplando as ações corretivas de aterramento de medição, os pontos de interligações entre as malhas externas e interna aos cubículos.
- Ainda com relação ao sistema de aterramento da cabine de medição em media tensão, qualquer parte metálica não destinada a condução de energia, aqui não referida, que por ventura possa não estar integrada a rede de terra deverá ser aterrada. E realizar a instalação de um BEP para interligação entre sistemas.

Os itens competentes as ações estão relacionadas conforme os itens abaixo:

- Revisar a Malha Externa a cabine de medição formada por cabo de cobre nu 1x1#300 mm²;
- Revisar a instalação e informações da interligação entre as malhas de aterramentos das cabines de medição e subestação, efetivar-se-ão através de condutores de cobre nu, 1x#300 mm², instalados em todas as caixas de passagem subterrânea, no percurso do elemento de terra.
- A malha do sistema de SPDA, deverá ser interligada ao conjunto de aterramento em questão, observando os elementos mais próximos para conexão, preservando a seção circular subterrânea do SPDA existente.
- A **figura 13** apresenta a malha inferior instalada na parte externa da subestação SE – 03 indicamos as medições de resistência de aterramento e verificação da de seus subsistemas de conexões com cabo e hastes, condutores de cobre instalado no piso, etc..





Figura 13 – Ilustração das caixas de inspeções instaladas na parte externa da subestação no piso da lateral do prédio 3.

14. OBSERVAÇÕES:

Os serviços deverão ser executados de acordo com as disposições das Normas e Padronizações vigentes na CEEE. Os serviços serão executados de acordo com as disposições da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, Regulamentos e Padronizações da CEEE e Prefeitura Municipal de Porto Alegre.

- Todos os materiais a serem usados na execução dos trabalhos deverão ser novos, de boa qualidade e procedência. Atendendo as normas brasileiras e normas da CEEE pertinentes e as presentes especificações.
- A mão de obra envolvida deverá ser especializada tendo como responsável um engenheiro eletricista, habilitado no CREA, com a devida ART de execução.
- Todas as instalações executadas deverão ser inspecionadas antes do aceite final da obra. A empresa executora deverá fornecer os projetos as-built;
- Deverá constar na planta e memorial que o executor da obra deverá apresentar estudo de seletividade e aprovar na CEEE.
- Não admite operacionalidades de grupo (s) Motor gerador interno a quaisquer dependências do complexo universitário, hipótese a qual, se por ventura necessária, condiciona as reformulações tanto deste, inclusão de equipamentos, concepções de automação nos sistemas de intertravamentos elétricos, bem como no estudo de coordenação e seletividades das proteções;
- A não observância das premissas operativas validas neste projeto bem como no estudo de coordenação e seletividade das proteções gerais em media tensão, acarretam riscos de danos humanos e materiais.
- Ressalta-se que este documento não aponta subsídios informativos para firmamento de contrato fornecimento, CEEE-DxUFCSPA, o qual é de inteira responsabilidade do corpo gestor da universidade, ficando a cargo deste apenas as ações de adequação na medição em MT e subestação.

15. ENSAIOS

Os ensaios se efetuarão em fábrica, previamente ao despacho, os ensaios de rotina especificados na norma IEC 298/694 ou anexar os protocolos de ensaio de cada unidade realizados na planta. Uma vez completadas as montagens na obra, se repetirão os seguintes:



- Verificação visual geral, sinóticos e legendas. Sequências de fases
- Funcional: intertravamentos.
- Acionamentos, funcionamento dos comandos.
- Funcionamento do instrumental.
- Calibração das proteções eletrônicas.

Porto Alegre, 10 de Dezembro de 2019.

Guilherme Tagliari Kurtz
CREA RS: 187407

