## Termo de Referência APT-CT-005/2025

# SUBSTITUIÇÃO dos CUBÍCULOS da

# PCH ENG° PEDRO AFFONSO JUNQUEIRA (ANTAS I)

# (MODERNIZAÇÃO)

**SUMÁRIO**


| ITEM | TÍTULO | PAG |
|---|---|---|
| 1. | OBJETIVO | 7 |
| 2. | ÂMBITO | 7 |
| 3. | CONCEITOS | 7 |
| 3.1. | GLOSSÁRIO | 7 |
| 3.2. | TERMINOLOGIA | 8 |
| 4. | NORMAS, LEGISLAÇÃO APLICÁVEL e DOCUMENTAÇÃO COMPLEMENTAR | 17 |
| 5. | INSTRUÇÕES GERAIS | 22 |
| 5.1. | CONSIDERAÇÕES GERAIS | 22 |
| 5.2. | LOCAL do EMPREENDIMENTO | 22 |
| 5.3. | CONDIÇÕES CLIMÁTICAS | 22 |
| 5.4. | CLASSIFICAÇÃO de ÁREA de INSTALAÇÃO | 23 |
| 5.5. | SUPORTABILIDADE à CHOQUES MECÂNICOS | 23 |
| 5.6. | FONTES de ALIMENTAÇÃO DISPONÍVEIS | 23 |
| 5.6.1. | TENSÃO AUXILIAR em CORRENTE ALTERNADA | 23 |
| 5.6.2. | TENSÃO AUXILIAR em CORRENTE CONTÍNUA | 24 |
| 5.7. | CANTEIRO de OBRAS | 24 |
| 5.8. | PLACA de OBRA | 25 |
| 5.9. | OBRAS CIVIS | 25 |
| 5.10. | GRAU de PROTEÇÃO | 25 |
| 5.11. | PROJETO EXECUTIVO | 25 |
| 5.12. | TRÂMITE de DOCUMENTOS | 25 |
| 5.13. | PROTEÇÕES CONTRA SOBRETENSÕES | 26 |
| 5.14. | COORDENAÇÃO de ISOLAMENTO de BAIXA TENSÃO | 26 |
| 5.15. | CONJUNTO BLINDADO de MANOBRA | 27 |
| 5.15.1. | CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS | 27 |
| 5.15.2. | CIRCUITOS de AQUECIMENTO e ILUMINAÇÃO | 29 |
| 5.15.3 | CAPACIDADES dos CONTATOS de USO GERAL | 29 |
| 5.15.4. | CAPACIDADES dos CONTATOS para SUPERVISÃO e ALARMES | 29 |
| 5.15.5. | CAPACIDADES dos CONTATOS para CIRCUITOS de DESLIGAMENTO | 29 |
| 5.15.6. | SOBRETENSÃO nos SECUNDÁRIOS dos TRANSFORMADORES de CORRENTE | 29 |
| 5.15.7. | PLACAS de IDENTIFICAÇÃO e DIAGRAMÁTICAS | 29 |
| 5.15.8. | JANELAS de INSPEÇÃO para TERMOGRAFIA | 30 |
| 5.15.9. | PROTEÇÃO CONTRA ARCO VOLTAICO | 30 |
| 5.15.10. | DIAGRAMA SINÓTICO | 30 |
| 5.15.11. | LAY OUT | 30 |
| 5.15.12. | PLACA DE ADVERTÊNCIA DE RISCO ELÉTRICO | 31 |
| 5.16. | DISJUNTOR de MÉDIA TENSÃO EXTRAÍVEL | 31 |
| 5.16.1. | GERAL | 31 |

| | | |
|---|---|---|
| **5.16.2.** | **CIRCUITOS de COMANDO do DISJUNTOR** | 32 |
| **5.16.3.** | **CIRCUITOS de COMANDO do DISJUNTOR** | 32 |
| **5.16.4.** | **CIRCUITOS de ABERTURA** | 32 |
| **5.16.5.** | **CIRCUITOS de ACIONAMENTO do MOTOR** | 33 |
| **5.16.6.** | **CAPACIDADE de INTERRUPÇÃO em CURTO CIRCUITO** | 33 |
| **5.16.7.** | **CAPACIDADE de INTERRUPÇÃO NOMINAL em DISCORDÂNCIA de FASES** | 33 |
| **5.16.8.** | **CAPACIDADE de INTERRUPÇÃO NOMINAL de PEQUENAS CORRENTES** | 33 |
| **5.16.9.** | **CAPACIDADE de ESTABELECIMENTO NOMINAL em CURTO CIRCUITO** | 33 |
| **5.16.10.** | **INVÓLUCROS** | 33 |
| **5.16.11.** | **MEIO ISOLANTE** | 34 |
| **5.16.12.** | **SOBRESSALENTES** | 34 |
| **5.17.** | **SECCIONADORAS TRIFÁSICAS** | 34 |
| **5.17.1.** | **INSTALAÇÃO** | 34 |
| **5.17.2.** | **MECANISMO** | 34 |
| **5.17.3.** | **COMPONENTES CONDUTORES de CORRENTE** | 34 |
| **5.17.4.** | **CONTATOS PRINCIPAIS** | 34 |
| **5.17.5.** | **CONEXÕES FLEXÍVEIS** | 35 |
| **5.17.6.** | **MANCAIS e ENGRENAGENS** | 35 |
| **5.17.7.** | **MATERIAIS** | 35 |
| **5.17.8.** | **ISOLADORES** | 35 |
| **5.17.9.** | **TERMINAIS de ALTA TENSÃO** | 35 |
| **5.17.10.** | **MECANISMO de OPERAÇÃO das LÂMINAS PRINCIPAIS** | 35 |
| **5.17.11.** | **PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO** | 36 |
| **5.17.12.** | **FERRAMENTOS e CHAVES ESPECIAIS** | 36 |
| **5.18.** | **PARA RAIOS** | 36 |
| **5.18.1.** | **MATERIAIS** | 36 |
| **5.18.2.** | **INVÓLUCROS** | 36 |
| **5.18.3.** | **DESLIGADOR AUTOMÁTICO** | 36 |
| **5.18.4.** | **TERMINAIS e CONECTORES de LINHA** | 36 |
| **5.18.5.** | **TERMINAIS de ATERRAMENTO** | 36 |
| **5.19.** | **TRANSFORMADORES de CORRENTE** | 37 |
| **5.19.1.** | **FABRICAÇÃO** | 37 |
| **5.19.2.** | **IDENTIFICAÇÃO de POLARIDADE** | 37 |
| **5.19.3.** | **TERMINAIS e CONECTORES** | 37 |
| **5.19.4.** | **CAIXA de TERMINAIS SECUNDÁRIOS** | 37 |
| **5.19.5.** | **ISOLADOR** | 37 |
| **5.19.6.** | **TAMPA de LACRAÇÃO** | 37 |
| **5.19.7.** | **EPÓXI** | 37 |
| **5.20.** | **TRANSFORMADORES de POTENCIAL** | 37 |
| **5.20.1.** | **FABRICAÇÃO** | 37 |
| **5.20.2.** | **IDENTIFICAÇÃO de POLARIDADE** | 38 |

| | | |
|---|---|---|
| **5.20.3** | **TERMINAIS e CONECTORES** | 38 |
| **5.20.4.** | **CAIXA de TERMINAIS SECUNDÁRIOS** | 38 |
| **5.20.5.** | **ISOLADOR** | 38 |
| **5.20.6.** | **TAMPA de LACRAÇÃO** | 38 |
| **5.20.7.** | **EPÓXI** | 38 |
| **5.21.** | **TRANSFORMADOR de ATERRAMENTO** | 38 |
| **5.21.1.** | **GENERALIDADES** | 38 |
| **5.21.2.** | **APLICAÇÃO** | 38 |
| **5.21.3.** | **ACESSÓRIOS** | 38 |
| **5.22.** | **RESISTOR de ATERRAMENTO** | 39 |
| **5.22.1.** | **TENSÃO APLICADA** | 39 |
| **5.22.2.** | **MATERIAL** | 39 |
| **5.22.3.** | **INSTALAÇÃO** | 39 |
| **5.23.** | **CHAVE FUSÍVEL** | 39 |
| **5.23.1.** | **GENERALIDADES** | 39 |
| **5.23.2.** | **CONTATOS PRINCIPAIS** | 39 |
| **5.23.3.** | **SUPORTE** | 39 |
| **5.23.4.** | **ISOLADORES** | 39 |
| **5.23.5.** | **ACIONAMENTO** | 40 |
| **5.23.6.** | **OPERAÇÃO MECÂNICA** | 40 |
| **5.23.7.** | **FERRAGEM de FIXAÇÃO do ISOLADOR** | 40 |
| **5.23.8.** | **FUSÍVEIS** | 40 |
| **5.23.9.** | **ATERRAMENTO** | 40 |
| **5.24.** | **NOVOS QUADRO de SERVIÇOS AUXILIARES em CORRENTE ALTERNADA** | 40 |
| **5.24.1.** | **GENERALIDADES** | 40 |
| **5.24.2.** | **DIMENSÕES** | 41 |
| **5.24.3.** | **TERMINAIS** | 41 |
| **5.24.4.** | **TERMINAIS de COMANDO** | 41 |
| **5.24.5.** | **TERMINAIS de FORÇA** | 41 |
| **5.24.6.** | **EXECUÇÃO da FIAÇÃO** | 41 |
| **5.24.7.** | **CORES** | 42 |
| **5.24.8.** | **TEMPERATURA INTERNA** | 42 |
| **5.24.9.** | **ISOLAMENTO** | 42 |
| **5.24.10.** | **BARRAMENTO** | 42 |
| **5.24.11.** | **ATERRAMENTO** | 42 |
| **5.24.12.** | **DISPOSITIVO de PROTEÇÃO contra SURTO** | 43 |
| **5.24.13.** | **PARAFUSOS para FIXAÇÃO dos COMPONENTES** | 43 |
| **5.24.14.** | **PLACA DE ADVERTÊNCIA DE RISCO ELÉTRICO** | 43 |
| **5.24.14.** | **DISJUNTORES de BAIXA TENSÃO** | 43 |

| | | |
|---|---|---|
| **5.25.** | **NOVOS QUADRO de SERVIÇOS AUXILIARES em CORRENTE ALTERNADA** | 44 |
| **5.25.1.** | **GENERALIDADES** | 44 |
| **5.25.2.** | **DISJUNTORES de BAIXA TENSÃO** | 44 |
| **5.25.3.** | **MULTIMEDIDOR** | 44 |
| **5.26** | **NOVO QUADRO de SERVIÇOS AUXILIARES em CORRENTE CONTÍNUA** | 45 |
| **5.26.1.** | **GENERALIDADES** | 45 |
| **5.26.2.** | **DISJUNTORES de BAIXA TENSÃO** | 45 |
| **5.26.3.** | **MULTIMEDIDOR** | 45 |
| **5.27.** | **CABOS ISOLADOS** | 45 |
| **5.27.1.** | **GENERALIDADES** | 46 |
| **5.27.2.** | **CONDUTOR** | 46 |
| **5.27.3.** | **BLOQUEIO do CONDUTOR** | 46 |
| **5.27.4.** | **BLINDAGEM do CONDUTOR** | 47 |
| **5.27.5.** | **ISOLAÇÃO** | 47 |
| **5.27.6.** | **BLINDAGEM da ISOLAÇÃO** | 47 |
| **5.27.7.** | **PARTE NÃO METÁLICA** | 47 |
| **5.27.8.** | **PARTE METÁLICA** | 47 |
| **5.27.9.** | **COBERTURA** | 47 |
| **5.27.10.** | **ACABAMENTO** | 47 |
| **5.27.11.** | **CONDIÇÕES de OPERAÇÃO** | 48 |
| **5.28.** | **RELÉS DIFERENCIAIS de TRANSFOMADORES de FORÇA/ELEVADOR** | 48 |
| **6.** | **ESCOPO de FORNECIMENTO** | 48 |
| **6.1.** | **UNIDADE GERADORA UG-1** | 51 |
| **6.2.** | **UNIDADE GERADORA UG-2** | 52 |
| **6.3.** | **UNIDADE GERADORA UG-3** | 54 |
| **6.4.** | **UNIDADE GERADORA UG-4** | 55 |
| **6.5.** | **UNIDADE GERADORA UG-5** | 56 |
| **6.6** | **UNIDADE GERADORA UG-6** | 58 |
| **6.7.** | **TRANSFORMADOR de FORÇA/ELEVADOR T1 – LADO de TENSÃO SUPERIOR** | 59 |
| **6.8.** | **TRANSFORMADOR de FORÇA/ELEVADOR T1 – LADO de TENSÃO INFERIOR** | 61 |
| **6.9.** | **TRANSFORMADOR de FORÇA/ELEVADOR T2 – LADO de TENSÃO SUPERIOR** | 62 |
| **6.10.** | **TRANSFORMADOR de FORÇA/ELEVADOR T2 – LADO de TENSÃO INFERIOR** | 63 |
| **6.11.** | **TRANSFORMADOR de FORÇA/ELEVADOR T3 – LADO de TENSÃO SUPERIOR** | 64 |
| **6.12.** | **TRANSFORMADOR de ATERRAMENTO** | 66 |
| **6.13.** | **NOVO QUADRO de SERVIÇOS AUXILIARES em CORRENTE ALTERNADA** | 68 |
| **6.14.** | **NOVO QUADRO de SERVIÇOS AUXILIARES em CORRENTE CONTÍNUA** | 68 |
| **7.** | **DOCUMENTOS TÉCNICOS** | 69 |
| **7.1.** | **DESENHOS e DADOS a serem fornecidos com a PROPOSTA** | 69 |
| **7.2.** | **DESENHOS e Dados a serem fornecidos após a ADJUDICAÇÃO do CONTRATO** | 70 |
| **8.** | **TRANSPORTE** | 70 |

| | | |
|---|---|---|
| **9.** | **SERVIÇOS de MONTAGEM** | 70 |
| **10.** | **ENSAIOS e COMISSIONAMENTOS** | 70 |
| **10.1.1.** | **COMISSIONAMENTO em FÁBRICA** | 70 |
| **10.1.2.** | **COMISSIONAMENTO em CAMPO** | 70 |
| **11.** | **GARANTIA** | 70 |
| **12.** | **OPERAÇÃO** | 70 |
| **12.1.** | **OPERAÇÃO em TESTE ASSISTIDA (OTA)** | 70 |
| **12.2.** | **OPERAÇÃO em TESTE DESASSISTIDA (OTD)** | 71 |
| **12.3.** | **OPERAÇÃO COMERCIAL (COM)** | 72 |
| **13.** | **INTERFACE com SDSC EXISTENTE** | 72 |
| **14.** | **ANEXOS** | 73 |
| | **ANEXO A – DIAGRAMA UNIFILAR PCH ENG° PEDRO AFFONSO JUNQUEIRAS (ANTAS I)** | 74 |
| | **ANEXO B – ARRANJO dos CUBÍCULOS de 0,4, 2,2 kV e 13,8 kV** | 75 |
| | **ANEXO C – CONEXÃO dos TRANSFORMADORES de FORÇA/ELEVADOR – T1 e T2** | 76 |
| | **ANEXO D – ARRANJO ATUAL dos CUBÍCULOS de BAIXA e MÉDIA TENSÃO** | 77 |
| | **ANEXO E – ARRANJO DESEJADO dos CUBÍCULOS de BAIXA e MÉDIA TENSÃO** | 78 |
| | **ANEXO F – DIMENSÕES do ARRANJO ATUAL** | 79 |
| | **ANEXO G – CUBÍCULO METÁLICO do TRANSFORMADOR de ELEVADOR/FORÇA T3** | 80 |
| | **ANEXO H – PLACA de ADVERTÊNCIA de RISCO ELÉTRICO** | 81 |

**1. OBJETIVO**

Estabelecer os requisitos técnicos gerais mínimos para substituição de cubículos de baixa e média tensão da PCH Eng° Pedro Affonso Junqueira (Antas I), pertencente a DME Energética S.A. (DMEE), com foco na modernização do setor elétrico de força dessa usina.

Para tanto foram consideradas as especificações técnicas e os padrões do material em referência, definidos nas Normas Brasileiras Registradas (NBR) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), acrescidos das modificações baseadas nos resultados de desempenho e especificações técnicas anteriores a estas existentes na DME Energética S.A. (DMEE).

Serão descritos e apresentados, nesta especificação técnica, todos aqueles fatores considerados imprescindíveis à boa prestação do fornecimento, além das informações necessárias para a perfeita compreensão do contexto físico.

**2. ÂMBITO**

Aplica-se a todo escopo de fornecimento de todos os equipamentos, materiais, componentes e sistemas a ser aplicados substituição de cubículos de baixa tensão (1 kV) e média tensão (15 kV) da PCH Eng° Pedro Affonso Junqueira (Antas I).

**3. CONCEITOS**

**3.1. SIGLAS**

| | |
|---|---|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| ANTAS I | PCH Eng° Pedro Affonso Junqueira |
| COG | Centro de Operação da Geração localizado em Antas I |
| CHFU | Chave Fusível |
| DMEE | DME Energética S.A. |
| $I_{CC}$ | Corrente de Curto Circuito |
| $I_{CC1\phi}$ | Corrente de Curto Circuito Monofásico |
| $I_{CC1\phi\text{-}T}$ | Corrente de Curto Circuito Monofásico com impedância à Terra |
| $I_{CC2\phi}$ | Corrente de Curto Circuito Bifásico |
| $I_{CC3\phi}$ | Corrente de Curto Circuito Trifásico |
| $I_{CC\text{-}ASS}$ | Corrente de Curto Circuito Assimétrico |
| $I_{CC\text{-}SIM}$ | Corrente de Curto Circuito Simétrico |
| $I_N$ | Corrente Nominal |
| f | frequência Nominal (Hz) |
| GDS | Global Distribuition System |
| IEC | International Electrotechnical Commission |
| IEEE | Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos |
| IP | Insulation Protection |
| IHM | Interface Homem Máquina |
| KVcr | Tensão (quilo volt) de Crista |
| KVef | Tensão (quilo volt) Eficaz |

| | |
|---|---|
| LEMP | Lightning Electromagnetic Pulse |
| MCOV | Máxima Tensão Contínua de Operação |
| NBR | Norma Brasileira Regulamentadora |
| NBI | Nível Básico de Isolamento |
| NA | Normalmente Aberto |
| NEMA | National Electrical Manufacturers Association |
| NF | Normalmente Fechado |
| P | Potência Ativa (W) |
| PAT-ATE | Conjunto de Manobra Blindado para Aterramento de Barra |
| PAT-G | Conjunto de Manobra Blindado para Gerador |
| PAT-T | Conjunto de Manobra Blindado para Transformador |
| PR | Para Raios |
| Q | Potência Reativa (Var) |
| QSACA | Quadro de Serviço Auxiliar de Corrente Alternada |
| QSACC | Quadro de Serviço Auxiliar de Corrente Contínua |
| S | Potência Aparente (VA) |
| SCADA | Supervisory Control and Data Acquisition |
| SDSC | Sistema Digital de Supervisão e Controle |
| SEC | Chave Seccionadora |
| SMF | Sistema de Medição para Faturamento |
| SSP | Sistema de Proteção |
| T | transformador de Força/Elevador |
| TA | Transformador de Aterramento |
| TC | Transformador de Corrente |
| TP | Transformador de Potencial |
| UG | Unidade Geradora |
| $U_O$ | Tensão Operativa |
| $U_{MÁX}$ | Tensão Máxima |
| $U_N$ | Tensão Nominal |
| $V_{CA}$ | Tensão em Corrente Alternada |
| $V_{CC}$ | Tensão em Corrente Contínua |
| Ω | Resistência Elétrica (ohms) |

**3.2. TERMINOLOGIA**

| | |
|---|---|
| Alavanca de Comando | Peça por meio da qual se aciona manualmente o mecanismo de operação de um disjuntor |
| Arborescência | Fenômenos que causam a degradação da isolação do cabo em consequências das interações de umidade, campo elétrico, impurezas no material isolante e/ou imperfeições do processo |

| | |
|---|---|
| | produtivo |
| Aterramento | Ligação intencional de parte eletricamente condutiva à terra através de um condutor elétrico |
| Alarme | Termo geral aplicável aos dispositivos com objetivo de comparação relativa entre 2 (dois) ou estados operativos, que se alteram para estados operativos considerados inadequados, perigosos ou inseguros |
| Barramento | Componente da instalação constituído de condutor rígido, sustentado por isoladores e protegido por invólucro metálico ou material com resistência equivalente, podendo ser também na condição nú |
| Borne | Parte condutora de um equipamento, na qual se liga o condutor correspondente do circuito externo |
| Borne Parafuso | Borne para a conexão e posterior desconexão de um condutor ou a interconexão de dois ou mais condutores capazes de serem desmontados, sendo a conexão feita, direta ou indiretamente, por meio de parafusos ou porcas de qualquer tipo |
| Carga | Impedância do circuito secundário externo de um transformador (de potencial ou de corrente) para instrumentos, usualmente expressa como a potência aparente em volt-ampères absorvida, com fator de potência especificado e à tensão secundaria nominal |
| Carga Nominal | Carga na qual se baseiam os requisitos de exatidão de um transformador (de potencial ou de corrente) de instrumentos |
| Circuitos de Saída | Conjunto de cabos, conectores e terminais destinados a conexão da unidade geradora aos sistemas elétricos externos |
| Chave Fusível | Dispositivo de manobra que isola e secciona partes de um circuito elétrico para garantir a isolação galvânica e dispositivo de proteção operando corrente acima da nominal através da atuação de elementos fusíveis |
| Chave Seccionadora | Dispositivo de manobra que isola e secciona partes de um circuito elétrico para garantir a isolação galvânica |
| Chave Seccionadora Sob Carga | Dispositivo de manobra que isola e secciona partes de um circuito elétrico para garantir segurança durante manutenções, permitindo a interrupção do fluxo de corrente |
| Condutor de Aterramento | Condutor ou elemento metálico que faz uma ligação elétrica entre uma parte de uma instalação que deve ser aterrada e o eletrodo de aterramento. |

| | |
|---|---|
| Corrente de Descarga | Valor de crista do impulso de corrente, com forma 8/20µs |
| Corrente de Falta | Corrente que flui de um condutor para outro e/ou para a terra |
| Corrente de Malha | Parcela da corrente de falta dissipada pela malha de aterramento para o solo |
| Corrente Térmica | Valor eficaz máximo da corrente primária que o transformador (de potencial ou de corrente) de instrumentos será capaz de suportar por um curto espaço de tempo especificado sem sofrer efeitos danosos, com os enrolamentos secundários curto-circuitados |
| Classe de Exatidão | Designação dada a um transformador de corrente quando os erros dele permanecem dentro dos limites especificados sob condições prescritas de uso |
| Comissionamento | Serviços com objetivo assegurar que sistemas e componentes tenham o desempenho e segurança especificados |
| Controle | Termo geral aplicável aos dispositivos que se dedicam a alteração das condições operativas ou dispositivo de acionamento de manobras |
| Cubículos | Conjuntos metálicos de manobra e controle de baixa e média tensão em invólucros metálicos e auto estruturados, destinados a conexão das unidades geradoras a barramento e esses aos transformadores de força/elevador e aos circuitos de saída externos |
| Cupilha | Dispositivo metálico de travamento que impede o desengate acidental dos elementos de engate |
| Disparador | Dispositivo associado mecanicamente a um disjuntor e que libera os órgãos de retenção dos contatos principais, provocando seu fechamento ou sua abertura |
| Disjuntor | Dispositivo mecânico de manobra capaz de estabelecer, conduzir e interromper correntes em condições normais do circuito, assim como estabelecer, conduzir por tempo especificado e interromper correntes em condições anormais especificadas do circuito, como as de curto-circuito |
| Disjuntor Unipolar | Disjuntor constituído por um único polo |
| Disjuntor Multipolar | Disjuntor constituído por 2 (dois) ou mais polos ligados mecanicamente entre si, de modo a atuarem em conjunto, com simples acoplamento das alavancas de manobra de dois ou mais disjuntores não constituirá um disjuntor multipolar |
| Distância de Escoamento | Menor distância ou a soma das menores distâncias ao longo do |

| | |
|---|---|
| | contorno da superfície externa do corpo isolante do isolador, entre as partes condutoras, que normalmente são submetidas à tensão de operação do sistema |
| Equipotencialização | Conjunto de medidas que visa à redução das tensões nas instalações causadas pelas descargas atmosféricas a níveis suportáveis para essas instalações e equipamentos por elas servidos, além de reduzir riscos de choque elétrico, sendo que tais medidas consistem tipicamente em ligações entre partes metálicas das instalações e destas ao SPDA, direta ou indiretamente (por meio de DPS), envolvendo massas metálicas de equipamentos, condutores de proteção, malhas de condutores instaladas sob ou sobre equipamentos sensíveis, blindagens de cabos e condutos metálicos, elementos metálicos estruturais, tubulações metálicas entre outros |
| Eletrodo de Aterramento | Elemento ou conjunto de elementos do sistema de aterramento que garante o contato elétrico com o solo e dispersa a corrente de defeito, de retorno ou de descarga atmosférica |
| Ferragem Integrante | Componente que integra ou é parte integrante de um isolador, destinado a conectá-lo a uma estrutura suporte, ao condutor, a um item de equipamento ou a outro isolador |
| Fusível | Dispositivo de segurança que interrompe a passagem de corrente elétrica em um circuito quando a corrente excede um limite seguro, protegendo assim os equipamentos e o sistema contra sobrecargas e curtos circuitos. |
| Haste de Aterramento | Eletrodo de aterramento constituído por uma haste rígida cravada no solo |
| Isolador | Dispositivo destinado a isolar eletricamente e a fixar e/ou fornecer suporte para um condutor ou para um equipamento elétrico que estão submetidos a potenciais elétricos diferentes |
| Isolação Externa | Distâncias no ar e nas superfícies em contato com o ar ambiente da isolação sólida de um equipamento, que são sujeitos a estresses dielétricos e a efeitos da atmosfera e outras condições externas tais como poluição, umidade, fungos e afins |
| Isolação Interna | Partes internas da isolação do equipamento, sólidas, líquidas ou gasosas, que são protegidas dos efeitos da atmosfera e de outras condições externas |
| Eletromecânicos | Equipamentos e materiais destinados a conexões, operações, proteção e manobras elétricas em alta ou média ou baixa tensão |

| | |
|---|---|
| Ensaios de Rotina | Conjunto de procedimento normatizados para verificar as características de um equipamento, material, dispositivo e sistema que são realizados em conformidade com as normas vigentes desses ensaios |
| Ensaios de Tipo | Conjunto de procedimentos verificar as principais características de um equipamento, material, dispositivo e sistema que dependem de seu projeto |
| Estruturas Civis | Conjunto de base, paredes e suporte de equipamentos e materiais eletromecânicos |
| FORNECEDOR | Licitante vencedor do processo licitatório para fornecimento de serviços, materiais e equipamentos para substituição de cubículos de baixa tensão (1 kV) e média tensão (15 kV) da PCH Eng° Pedro Affonso Junqueira (Antas I) |
| Quadros | Painéis elétricos de baixa tensão para comando, controle, medição, alarme, sinalização e proteção dos equipamentos de baixa tensão |
| Malha de Aterramento | Conjunto de condutores nus interligados e enterrados no solo |
| Manobra | Termo geral aplicável aos dispositivos de acionamento que provocam mudança de estado, posição e condição |
| Manuais | Conjunto de informações, dados, referências, normas, textos e se – aplicável – memoriais de cálculos, diagramas e tabelas para instruções de recebimento, acondicionamento, manuseio, montagem, desmontagem, remontagem, operação e manutenções de equipamento, material, dispositivo e sistema |
| MCOV | Máxima Tensão Contínua de Operação, tensão eficaz máxima permissível de frequência industrial, que pode ser aplicada continuamente aos terminais do para raios, sem alteração das suas propriedades térmicas e elétricas |
| Medição | Termo geral aplicável aos dispositivos com objetivo de mensuração ou aferição de grandezas elétricas, energéticas, mecânicas, hidráulicas e térmicas |
| Montagem | Serviços de colocação em operação dos sistemas e componentes das instalações |
| Nível Básico de Isolamento | Conjunto de tensões suportáveis normalizadas que caracterizam a suportabilidade dielétrica do isolamento |
| Obras Civis | Conjunto de atividades de serviços e materiais que envolvem escavação, fundação e concretagem em área internas da usina |
| Operação Comercial | Entrega final da operação em teste |

| | |
|---|---|
| Operação em Teste | Período de operação entre a finalização do comissionamento e a operação comercial |
| Passo | Distância entre os engates de um isolador para cadeia ou entre os engates de uma cadeia completa |
| Placa de Obra | Informações pertinentes a atividade construtiva, conforme Art. 16 da Lei 5.194/1966 |
| Polo | Parte do circuito principal de um disjuntor, associada exclusivamente com um caminho condutor eletricamente separado no seu circuito principal provido de contatos destinados a conexão e desconexão do próprio circuito principal, não incluindo aquelas peças que asseguram a fixação e a operação conjunta de todos os polos |
| Posição Aberta | Posição dos contatos móveis de um disjuntor na qual é assegurada, no circuito principal, a distância de isolamento predeterminada entre os contatos abertos |
| Posição Fechada | Posição na qual é assegurada a continuidade predeterminada do circuito principal de um disjuntor |
| Projeto Executivo | Conjunto dos elementos necessários e suficientes à execução completa da obra, de acordo com as normas técnicas pertinentes (Lei 13.303/2016) |
| Resistividade Elétrica do Solo | Resistência entre faces opostas do volume de solo, consistindo em um cubo homogêneo e isótropo, cuja aresta mede uma unidade de comprimento |
| Resistor de Aterramento | Dispositivo elétrico que limita a corrente de fuga para terra em sistemas elétricos, protegendo equipamentos e pessoas de danos e choques elétricos |
| Retardamento da Arborescência | Características que o projeto do cabo e/ou material dielétrico da isolação apresenta, que retarda o crescimento da arborescência |
| Saia | Parte isolante, que se projeto do corpo do isolador, destinada a aumentar a distância de escoamento, podendo ser com ou sem nervuras |
| Seccionadora | Dispositivo interruptor e isolante de circuitos elétricos, permitindo a realização de manutenções elétricas com segurança |
| Sobretensão | Qualquer tensão entre uma fase e terra ou entre fases com valor de crista ou valores excedendo o valor de crista correspondente ao maior valor da tensão do equipamento. |
| Sistema Aterrado | Sistema ou parte de um sistema elétrico cujo neutro é |

| | |
|---|---|
| | permanentemente ligado à terra |
| Sistema de Aterramento | Conjunto de todos os eletrodos e condutores de aterramento, interligados ou não, assim como partes metálicas que atuam direta ou indiretamente com a função de aterramento. |
| Sistema de Acionamento | Parte que permite o armazenamento e a liberação da energia necessária para a operação mecânica do disjuntor e a operação do acionamento é transmitida aos polos por intermédio de um acoplamento que pode ser mecânico, hidráulico ou pneumático. |
| SSP | Sistema de Proteção que engloba todos os requisitos de seletividade operativa e coordenação de atuações do releamento |
| Substituição | Ação de retirada dos equipamentos eletromecânicos e suas peças acessórias presentes nos atuais cubículos de alvenaria e instalação de novos equipamentos eletromecânicos e suas peças acessórias, prevista nesse Termo de Referência |
| Suportes | Conjunto de artefatos destinados a sustentação de equipamentos e materiais eletromecânicos |
| Surto | Efeitos transitórios causados por LEMP que aparecem na forma de sobre tensão e/ou sobre corrente |
| Temperatura de Curto Circuito | Máxima temperatura admissível, em qualquer ponto do condutor, em regime de curto-circuito |
| Temperatura de Sobrecarga | Máxima temperatura admissível, em qualquer ponto do condutor, em regime de sobrecarga |
| Temperatura Regime Permanente | Máxima temperatura admissível, em qualquer ponto do condutor, em condições estáveis de funcionamento |
| Tempo de Abertura | O tempo de abertura de um disjuntor é definido de acordo com o método de abertura apresentado a seguir e com qualquer dispositivo de tempo de retardo formando uma parte integrante do disjuntor ajustado à sua posição mínima (a) para um disjuntor disparado por qualquer tipo de energia auxiliar, o tempo de abertura é medido a partir do instante de aplicação desta energia ao disparador, estando o disjuntor na posição fechada, até o instante da separação dos contatos de arco em todos os polos (b) para um disjuntor disparado com acionamento próprio, estando o disjuntor na posição fechada, o tempo de abertura é medido a partir do instante em que a corrente do circuito principal atinge o valor de funcionamento do disparador de sobrecorrente, até o instante da separação dos contatos de arco |

| | |
|---|---|
| | em todos os polos |
| Tempo de Arco | Intervalo de tempo entre o instante do início de um arco e o instante de extinção final do arco em todos os polos |
| Tempo de Interrupção | Intervalo de tempo entre o início do tempo de abertura de um dispositivo de manobra mecânica e o final do tempo de arco |
| Tempo de Estabelecimento | Intervalo de tempo entre a energização do circuito de fechamento, estando o disjuntor na posição aberta, e o instante em que a corrente começa a fluir no primeiro polo, incluindo o tempo de operação de qualquer equipamento necessário para fechar o disjuntor e que faz parte integrante deste último e podendo variar por exemplo devido à variação do tempo de pré-arco |
| Tempo de Fechamento | Intervalo de tempo entre a energização do circuito de fechamento, estando o disjuntor na posição aberta, e o instante em que os contatos se tocam em todos os polos, incluindo o tempo de operação de qualquer equipamento auxiliar necessário para fechar o disjuntor e que faz parte integrante deste último |
| Tempo Morto | Intervalo de tempo entre a extinção final do arco em todos os polos numa operação de abertura e o primeiro restabelecimento da corrente em qualquer polo na operação de fechamento subsequente, pode variar, por exemplo, devido à variação do tempo de pré arco |
| Tensão de Crista | Valor máximo de tensão atingido por um sinal de tensão, seja positivo ou negativo, durante um ciclo |
| Tensão de Isolamento | Valor Uo/U pelos quais os cabos são designados, onde Uo é o valor eficaz da tensão entre condutor e terra ou blindagem da isolação ou qualquer proteção metálica sobre esta e U é o valor eficaz da tensão entre condutores. |
| Tensão de Passo | Diferença de potencial entre dois pontos da superfície do solo pela distância de um passo de uma pessoa, considerada igual a 1 (um) metro |
| Tensão Residual | Valor de crista da tensão que surge entre os terminais do para raios durante a passagem da corrente de descarga |
| Tempo de Pré Arco | Intervalo de tempo entre o início da circulação de corrente no primeiro polo durante operação de fechamento e o instante do toque dos contatos em todos os polos, para condições trifásicas e o instante quando os contatos se tocam no polo de arco, para |

| | |
|---|---|
| | condições monofásicas, depende do valor instantâneo da tensão aplicada durante uma operação específica de fechamento e, portanto, pode variar consideravelmente e Essa definição para tempo de pré-arco para o disjuntor não pode ser confundida com a definição de tempo de pré arco para um fusível |
| Tempo de Religamento | Intervalo de tempo entre o início do tempo de abertura e o instante em que os contatos se tocam em todos os polos durante um ciclo de religamento |
| Tempo de Restabelecimento | Intervalo de tempo entre o início do tempo de abertura e o primeiro restabelecimento da corrente em qualquer polo na operação de fechamento subsequente, a menos que seja estabelecido de outra maneira, é assumido que o disparador de abertura do disjuntor é energizado meio ciclo após a corrente começar a circular no circuito principal durante o estabelecimento e o tempo de estabelecimento-interrupção pode variar devido à variação de tempo de pré arco |
| Termo de Referência | Conjunto de informação e especificações técnicas destinadas a realização do escopo |
| Tensão de Toque | Diferença de potencial entre um objeto metálico aterrado ou não, e um ponto da superfície do solo separado por uma distância horizontal equivalente ao alcance normal do braço de uma pessoa; essa distância é convencionada em 1 (um) metro |
| Tensão Eficaz | Valor de uma tensão alternada que produz a mesma dissipação de potência que uma tensão contínua (DC) em uma carga resistiva. |
| Tensão Nominal | Valor de Tensão elétrica para a qual um equipamento ou sistema foi projetado para funcionar de forma segura e eficiente, observando as classes de tensão |
| Teste | Aplicação de mensurações e aferições em equipamentos, materiais e dispositivos, realizadas em campo |
| Transformador de Aterramento | dispositivo elétrico que cria um ponto de referência para a terra em sistemas trifásicos, especialmente, permitindo o fluxo de correntes de falha para terra e protegendo equipamentos e pessoas. |
| Transformador de Força | Equipamento eletromagnético de conversão de tensão, também utilizado o termo Transformador Elevador |
| Transformador de Corrente | Transformador para instrumentos, cujo enrolamento primário é ligado em série em um circuito elétrico, e que reproduz, no seu |

| | |
|---|---|
| | circuito secundário, uma corrente proporcional à do seu circuito primário, com sua posição fasorial substancialmente mantida e destinam-se à proteção e a medição |
| Tensão de Passo | Diferença de potencial entre dois pontos do solo, separados por uma distância de 1 (um) passo humano |
| Transformador de Potencial | Transformador de potencial – indutivo – constituído apenas de uma ou mais unidades eletromagnéticas, cuja relação de transformação é definida primordialmente pela relação de espiras de seus enrolamentos e destinam-se à proteção e a medição |
| Unidade de Comando | Parte responsável pelo comando, controle e supervisão do disjuntor e esta parte varia em função do modo de acionamento, do meio extintor e das especificações do usuário. |
| Unidade Geradora | Conjunto de equipamentos de conversão energética, também utilizado o termo gerador |

## 4. NORMAS, LEGISLAÇÃO APLICÁVEL e DOCUMENTAÇÃO COMPLEMENTAR

Exceto quando explicitamente exigido de outra forma nesta Especificação Técnica, as revisões em vigor 30 (trinta) dias das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) referentes ao objeto dessa especificação deverão prevalecer.

Na ausência de normas da ABNT as normas da *International Electrotechnical Commission* (IEC) e da *American National Standards Institute /* Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (ANSI/IEEE) são totalmente aplicáveis. As normas e documentos complementares citados pelas normas referentes aos equipamentos e serviços são aplicáveis.

Outras normas poderão ser aceitas, a critério da DMEE se o proponente apresentar comprovantes que estas normas são pelo menos equivalentes às normas acima especificadas.

Por se tratar de uma condição de reforma visando a substituição de cubículos de baixa e média tensão da PCH Eng° Pedro Affonso Junqueira (Antas I), alguns equipamentos, materiais, componentes e sistemas serão reutilizados, tais como a unidade geradora, regulador de tensão, regulador da turbina, quadros de baixa tensão para comando, controle, medição, proteção, sinalização e alarmes (SDSC), quadros de cargas do Sistemas de Serviços Auxiliares em Corrente Alternada e Corrente Contínua e Banco de Baterias, bem como os periféricos fora da casa de força.

Nesses casos, a DMEE se compromete a fornecer documentos e informações *extra doc*.

| | |
|---|---|
| ABNT NBR 5356-1 | Transformadores de Potência – Parte 1: Generalidades |
| ABNT NBR 5356-2 | Transformadores de Potência – Parte 2: Aquecimento |
| ABNT NBR 5356-3 | Transformadores de Potência – Parte 3: Níveis de Isolamento, Ensaios Dielétricos e Espaçamentos Externos em Ar |
| ABNT NBR 5356-5 | Transformadores de Potência – Parte 5: Capacidade de Resistir a Curtos Circuitos |

| | |
|---|---|
| ABNT NBR 5370 | Conectores de Cobre para Condutores Elétricos em Sistemas de Potência |
| ABNT NBR 5410 | Instalações Elétricas de Baixa Tensão |
| ABNT NBR 5419-1 | Proteção Contra Descargas Atmosféricas – Parte 1: Princípios Gerais |
| ABNT NBR 5419-2 | Proteção Contra Descargas Atmosféricas – Parte 2: Gerenciamento de Risco |
| ABNT NBR 5419-3 | Proteção Contra Descargas Atmosféricas – Parte 3: Danos Físicos a Estruturas e Perigos a Vida |
| ABNT NBR 5419-4 | Proteção Contra Descargas Atmosféricas – Parte 4: Sistemas Elétricos e Eletrônicos Internos na Estrutura |
| ABNT NBR 5426 | Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos |
| ABNT NBR 5456 | Eletricidade Geral – Terminologia |
| ABNT NBR 5460 | Sistemas Elétricos de Potência |
| ABNT NBR 5471 | Condutores Elétricos |
| ABNT NBR 5472 | Isoladores para Eletrotécnica – Terminologia |
| ABNT NBR 6136 | Canaletas de Concreto Estruturais |
| ABNT NBR 6251 | Cabos de potência com Isolação Extrudada para Tensões de 1 kV a 35 kV – Requisitos construtivos |
| ABNT NBR 6146 | Graus de Proteção para Invólucros de Equipamentos Elétricos (Código IP) |
| ABNT NBR 6323 | Galvanização de Produtos de Aço ou Ferro Fundido – Especificação |
| ABNT NBR 6813 | Fios e Cabos Elétricos – Ensaio de Resistência de Isolamento |
| ABNT NBR 6814 | Fios e Cabos Elétricos – Ensaio de Resistência Elétrica |
| ABNT NBR 6821 | Transformador de corrente – Método de Ensaio |
| ABNT NBR 6855 | Transformador de Potencial Indutivo – Requisitos e Ensaios |
| ABNT NBR 6856 | Transformador de Corrente – Especificação e Ensaios |
| ABNT NBR 6869 | Líquidos Isolantes Elétricos - Determinação da Rigidez Dielétrica |
| ABNT NBR 6881 | Fios e Cabos Elétricos de Potência, Controle e Instrumentação – Ensaio de Tensão Elétrica |
| ABNT NBR 6939 | Coordenação do Isolamento – Procedimento |
| ABNT NBR 7098 | Desempenho dos Contatos dos Relés Elétricos |
| ABNT NBR 7285 | Cabos de Potência com Isolação Extrudada de Polietileno Termofixo (XLPE) para Tensão de 0,6kV/1kV – Sem cobertura – Especificação |
| ABNT NBR 7286 | Cabos de Potência com Isolação Extrudada de Borracha Etilenopropileno (EPR, HEPR ou EPR 105) para Tensões de 1 kV a 35 kV – Requisitos de Desempenho |
| ABNT NBR 7287 | Cabos de Potência com Isolação Extrudada de Polietileno Reticulado (XLPE) para tensões de 1 kV a 35 kV – Requisitos de Desempenho |
| ABNT NBR 7290 | Cabos de Controle com Isolação Extrudada de XLPE, EPR ou HEPR para Tensões até 1 kV – Requisitos de Desempenho |

| | |
|---|---|
| ABNT NBR 7312 | Rolos de Fios e Cabos Elétricos – Características Dimensionais |
| ABNT NBR 7571 | Seccionadores - Características Técnicas e Dimensionais |
| ABNT NBR 9511 | Cabos Elétricos – Raios Mínimos de Curvatura para Instalação e Diâmetros Mínimos de Núcleos de Carretéis para Acondicionamento |
| ABNT NBR 9512 | Fios e Cabos Elétricos – Intemperismo Artificial sob Condensação de Água, Temperatura e Radiação Ultravioleta B, proveniente de Lâmpadas Fluorescentes |
| ABNT NBR 10296 | Material Isolante Elétrico – Avaliação da Resistência ao Trilhamento Elétrico e Erosão sob Condições Ambientais Severas - Método de Ensaio |
| ABNT NBR 10478 | Cláusulas Comuns a Equipamentos Elétricos de Manobra de Tensão Nominal acima de 1 kV |
| ABNT NBR 11788 | Conectores de Alumínio para Ligações Aéreas de Condutores Elétricos em Sistemas de Potência |
| ABNT NBR 11902 | Hexafluoreto de Enxofre para Equipamentos Elétricos – Especificação |
| ABNT NBR 13571 | Hastes de Aterramento em Aço Cobreado e Acessórios |
| ABNT NBR 14039 | Instalações Elétricas de Média Tensão de 1,0 a 36,2 kV |
| ABNT NBR 15123 | Isolador de Porcelana ou Vidro para Tensões acima de 1.000 V - Ensaio de Perfuração sob Impulso |
| ABNT NBR 15124 | Isolador de Porcelana ou Vidro para Tensões acima de 1.000 V - Ensaio de Perfuração sob Impulso |
| ABNT NBR 15643 | Isoladores Poliméricos para Uso Interno e Externo, com Tensão Nominal Superior a 1.000 V – Ensaios de Projeto |
| ABNT NBR 15644-1 | Isoladores Compostos Tipo Suporte para Subestações com Tensões Nominais acima de 1.000 V até 245 kV – Parte 1: Características Dimensionais, Elétricas e Mecânicas |
| ABNT NBR 15749 | Medição de Resistência de Aterramento e de Potenciais na Superfície do Solo em Sistemas de Aterramento |
| ABNT NBR 16050 | Para raios de Resistor não Linear de Óxido Metálico sem Centelhadores, para Circuitos de Potência de Corrente Alternada |
| ABNT NBR 16932 | Redes e Sistemas de Comunicação para Automação de Sistemas de Potência – Orientações sobre Engenharia de Rede |
| ABNT NBR IEC 660 | Insulators in Epoxyresin of Brown Color |
| ABNT NBR IEC 60085 | Isolação Elétrica – Avaliação e Designação Térmicas |
| ABNT NBR IEC 60255-5 | Electrical Relays - Part 5: Insulation Coordination for Measuring Relays and Protection Equipment - Requirements and Tests |
| ABNT IEC 60255-21-2 | Electrical Relays - Part 21: Vibration, Shock, Bump and Seismic Tests on Measuring Relays and Protection Equipment - Section Two: Shock and Bump Tests |

| | |
|---|---|
| ABNT IEC 60255-22-2 | Measuring Relays and Protection Equipment - Part 22-2: Electrical Disturbance Tests - Electrostatic Discharge Tests |
| ABNT IEC 60255-22-3 | Measuring Relays and Protection Equipment - Part 22-3: Electrical Disturbance Tests - Radiated Electromagnetic Field Immunity |
| ABNT IEC 60255-22-4 | Measuring Relays and Protection Equipment - Part 22-4: Electrical Disturbance Tests - Electrical Fast Transient/Burst Immunity Test |
| ABNT NBR IEC 60265-1 | High-voltage switches - Part 1: Switches for rated voltages above 1 kV and less than 52 kV |
| ABNT NBR IEC 60439-1 | Conjuntos de Manobra e Controle de Baixa tensão – Parte 1: Conjuntos com Ensaio de Tipo Totalmente Testados (TTA) e Conjuntos com Ensaio de Tipo Parcialmente Testados (PTTA) |
| ABNT NBR IEC 60529 | Graus de Proteção providos por Invólucros (Códigos IP) |
| ABNT NBR IEC 60694 | Especificações comuns para normas de equipamentos de manobra de alta tensão e mecanismos de comando. |
| ABNT NBR IEC 60898-2 | Dispositivos Elétricos - Disjuntores para a Proteção contra as Sobrecorrentes para Instalações Domésticas e Análogas – Parte 2: Disjuntores para Funcionamento em Corrente Alternada e em Corrente Contínua |
| ABNT NBR IEC 60947-1 | Dispositivo de Manobra e Comando de Baixa Tensão – Parte 1: Regras Gerais |
| ABNT NBR IEC 60947-2 | Dispositivo de Manobra e Comando de Baixa Tensão – Parte 2: Disjuntores |
| ABNT NBR IEC 60947-4-1 | Dispositivo de Manobra e Controle de Baixa Tensão Parte 4-1: Contatores e Partidas de Motores – Contatores e Partidas de Motores Eletromecânicos |
| ABNT IEC 60099 | Surge Arresters - Part 4: Metal-Oxide Surge Arresters without Gaps for A.C. Systems |
| ABNT NBR IEC 61869-1 | Transformadores para Instrumento – Parte 1: Requisitos Gerais |
| ABNT NBR IEC 61869-2 | Transformadores para Instrumento – Parte 2: Requisitos Adicionais para Transformadores de Corrente |
| ABNT NBR IEC 62208 | Invólucros Vazios destinados à Conjunto de Manobra e Controle de Baixa Tensão — Requisitos gerais |
| ABNT NBR IEC 62271-1 | Manobra e Comando de Alta Tensão – Parte 1: Especificações Comuns para Equipamentos de Manobra e Comando em Corrente Alternada |
| ABNT NBR IEC 62271-102 | Manobra e Comando de Alta Tensão – Parte 102: Seccionadoras e Seccionadoras de Aterramento em Corrente Alternada |
| ABNT NBR IEC TR 61439-0 | Conjuntos de Manobra e Comando de Baixa Tensão – Parte 0: Diretrizes para Especificação dos Conjuntos |

| | |
|---|---|
| ABNT NBR IEC TR 61439-1 | Conjuntos de Manobra e Comando de Baixa Tensão – Parte 1: Regras Gerais |
| ABNT NBR IEC TR 61439-2 | Conjuntos de Manobra e Comando de Baixa Tensão – Parte 2: Conjuntos de Manobra e Comando de Potência |
| ABNT IEC TR 62039 | Guia de Seleção de Materiais Poliméricos para Uso Externo sob Alta Tensão |
| ABNT IEC TS 60815-1 | Seleção e Dimensionamento de Isoladores para Alta Tensão para uso sob Condições de Poluição – Parte 1: Definições, Informações e Princípios Gerais |
| ABNT IEC TS 62073 | Guia da Medição da Hidrofobicidade nas Superfícies de Isoladores |
| ANSI C37.90 | Relays and Relay Systems Associated with Electric Power Apparatus |
| ANSI C119.4 | Connectors for Use between Aluminum-to-Aluminum and Aluminum-to-Copper Conductors Designed for Normal Operation at or Below 93°C and Copper-to-Copper Conductors Designed for Normal Operation at or Below 100°C |
| IEC 870-2-1 | Telecontrol Equipment and Systems – Part 2: Operating Conditions - Section 1: Power Supply and Electromagnetic Compatibility |
| IEC 60068-2 | Environmental Testing –- Part 2: Tests – All Parts |
| IEC 60073 | Basic and Safety Principles for Man-Machine Interface, Marking and Identification – Coding Principles for Indicators and Actuators |
| IEC 60255-1 | Measuring Relays and Protection Equipment – Part 1: Common Requirements |
| IEC 60099-4 | Surge Arresters – Part 4: Metal-oxide Surge Arresters without Gaps for A.C. Systems |
| IEC 60282 | High Voltage Fuses – Part 1: Current Limiting Fuses |
| IEC 60305 | Insulators for Overhead Lines with a Nominal Voltage above 1.000 V – Ceramic or Glass Insulator Units for AC Systems – Characteristics of Insulator Units of the Cap and Pin Type |
| IEC 60417 | Graphical Symbols for Use on Equipment – 12-Month Subscription to Regularly Updated Online Database Comprising All Graphical Symbols Published in IEC 60417 |
| IEC 60617 | Graphical Symbols for Diagrams |
| IEC 60947-1 | Low Voltage Switchgear and Controlgear – Part 1: General Rules |
| IEC 61850 | Communication Protocol Fundamentals |
| IEC 62262 | Degrees of Protection provided by Enclosures for Electrical Equipment against External Mechanical Impacts (IK Code) |
| IEC 62271-100 | High Voltage Switchgear and Controlgear – Part 100: Alternating Current Circuit Breakers |

IEEE 957 Guide for Cleaning Insulators

## 5. INSTRUÇÕES GERAIS

O conjunto de instruções gerais visa apresentar os documentos que definem normas e princípios para padronizar e simplificar processos, atividades ou procedimentos, bem como apresentar as informações ordinárias.

### 5.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A PCH Eng° Pedro Affonso Junqueira (Antas I) é uma central hidrelétrica histórica que teve expansões, reformas e melhorias ao longo das décadas, com unidades geradoras de 1911 a 2010.

Dentro do portfólio de atualizações essa especificação técnica visa substituição de cubículos de baixa e média tensão, atualmente em construções de alvenaria para cubículos metálicos de classe 1 a 15 kV, conforme diagrama unifilar, Anexo A.

Os atuais cubículos de alvenaria estão construídos no pavimento inferior e superior da casa de força onde se encontram as unidades geradoras de 1 a 4, conforme desenho no Anexo B.

A conexão dos transformadores de força/elevador – T1 e T2 – com os cubículos de alvenaria é feita través de barramentos circulares de cobre, conforme fotos no Anexo C.

Ainda há um cubículo metálico externo a Casa de força que contém o conjunto de comando, controle e proteção da unidade geradora UG-6 e do transformador de força/elevador T3, que será desativado, conforme, Anexo F.

O fornecimento de cubículos blindados será do tipo *Metal Clad* e barramentos blindados tipo *busway*, bem como todos componentes a serem conectados entre os cubículos blindados e os barramentos blindados tipo *bus way*.

Todos os componentes a serem adquiridos devem estar aptos a conexão com o Sistema Digital de Supervisão e Controle (SDSC) existente.

A casa de força da usina não conta com ponte rolante ou sistemas de acionamentos de elevação.

### 5.2. LOCAL do EMPREENDIMENTO

A PCH Eng° Pedro Affonso Junqueira (Antas I) está localizada em área urbana do município de Poços de Caldas – MG e é acessada por estrada asfaltada e rua de paralelepípedo, distante 6,7 km da Sede Administrativa da DME Energética S.A. (Rua Amazonas, 65 - Centro).

As coordenadas geográficas são -21.764392, -46.605071.

### 5.3. CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

Os equipamentos, materiais e componentes do fornecimento serão instalados em local com as seguintes características relativas as condições ambientais de instalação e uso. Para este fim, deverão ser classificados segundo os critérios abaixo:

- Altitude até 1.100 m
- Temperatura máxima anual 40° C
- Temperatura mínima anual -5° C
- Temperatura média máxima em 24 h até 30° C

- Umidade relativa média do ar até 100%
- Velocidade do vento até 120 km/h
- Pressão barométrica Faixa de 86 a 108 kPa (Classe BB1)

O ar não contém quantidades apreciáveis de poeira ou outras partículas em suspensão, exceto no período de obras e comissionamento. A poeira depositada em condições normais não é condutora.

A não ser que especificamente dito ao contrário, todos os equipamentos deverão ser adequados e, quando necessário, especialmente tratados e/ou processados para estocagem e serviço sob condições tropicais, com clima altamente favorável à corrosão e formação de fungos.

**5.4. CLASSIFICAÇÃO de ÁREA de INSTALAÇÃO**

Os equipamentos serão instalados na casa de força da usina, construídas em alvenaria, com piso "Romano" ou "Granilite", polido, de alta resistência à compressão (>40 Mpa) e alta resistência à tração na flexão (>4 Mpa), operando de forma desassistida e semi automatizada, com portas na condição fechadas (99% do tempo) e janelas na condição semiabertas (99% do tempo), onde a temperatura interna poderá atingir as condições anteriormente descritas. A área será classificada de acordo com a IEC 870-2-1 e graus de proteção de acordo com a Norma 6146.

- Classe B3
- Gradiente Máximo 10°C/hora

**5.5. SUPORTABILIDADE à CHOQUES MECÂNICOS**

Para os equipamentos a maior probabilidade de ocorrer choques mecânicos é durante o transporte. Portanto a embalagem e as fixações temporárias de transporte devem atender os requisitos de transporte rodoviário por estradas com pavimentação regular a boa, portanto devem nestas condições suportar a aceleração de 25 a 200 m/s² por períodos entre 50 a 5 ms. Nestas condições prever a classe SF2 em termos de condições de queda livre. Em termos de repetição de choques prever a classe SR1.

**5.6. FONTES de ALIMENTAÇÃO DISPONÍVEIS**

Para a execução das obras e atividades necessárias para substituição dos cubículos de baixa e média tensão, a PCH Eng° Pedro Affonso Junqueira (Antas I) estará disponível as seguintes tensões e potências, provenientes dos Serviços Auxiliares da usina.

**5.6.1. TENSÃO AUXILIAR em CORRENTE ALTERNADA**

Para a execução das obras e atividades necessárias para substituição dos cubículos de baixa e média tensão, a PCH Eng° Pedro Affonso Junqueira (Antas I) estará disponível as seguintes tensões e potências, provenientes dos Serviços Auxiliares da usina.

As seguintes tensões de serviços auxiliar em CA poderão estar disponíveis na PCH Eng° Pedro Affonso Junqueira (Antas I):

- Frequência 60 Hz
- Tensões 220/127 V - trifásico a 4 fios – aterrado
  380/220 V - trifásico a 4 fios – aterrado
- Faixa Operativa (+10%) 242/140 V e (-5%) 209/120 V
  (+10%) 418/242 e (-5%) 361/209 V

- Fonte — 1 (um) transformador 112,5 kVA 13,8/0,38 - 0,22 kV; 1 (um) autotransformador 225 kVA 380/220-127 V

As novas cargas de corrente alternada a serem alimentadas por essas fontes de serviços auxiliar deverão ser verificadas durante o Projeto Executivo, já que existem cargas atualmente atendidas.

Para as novas cargas provenientes dos novos cubículos de baixa e média tensão o FORNECEDOR deverá utilizar como fonte principal, o Quadro de Serviços Auxiliares em Corrente Alternada (QSACA) existente na Casa de Força de Unidade Geradora UG-7, através de um disjuntor termomagnético de caixa moldada, em tensão 380/220 V - trifásico a 4 fios – aterrado.

Essa fonte se conectará a um novo Quadro de Serviços Auxiliares em Corrente Alternada (NQSACA), na Casa de Força das Unidade Geradoras UG-1 a UG-4.

**5.6.2. TENSÃO AUXILIAR em CORRENTE CONTÍNUA**

Todos os equipamentos de controle, os relés de proteção e demais dispositivos de supervisão devem atender a tabela abaixo e os requisitos da curva de *Information Technology Industry Council* (ITIC), curvas CBEMA, relativo as condições de operação estáveis e em transitórios devem atender as curvas da ITIC Tensões.

- Tensões — 125 V
- Fonte — Baterias com Carregadores (fontes seguras)
- Corrente de Curto Circuito — 5 kA
- Tensão de Ondulação Superposta — 5%
- Faixa de Tensão Operacional — 108 a 132 V
- Transitórios na Alimentação — de acordo com a ITIC

As novas cargas de corrente contínua a serem alimentadas por essas fontes de serviços auxiliar deverão ser verificadas durante o Projeto Executivo, já que existem cargas atualmente atendidas.

Para as novas cargas provenientes dos novos cubículos de baixa e média tensão o FORNECEDOR deverá utilizar como fonte principal, o Quadro de Serviços Auxiliares em Corrente Contínua (QSACC) existente na Casa de Força de Unidade Geradora UG-7, através de um disjuntor termomagnético de caixa moldada, em tensão de isolamento de 200 V, bipolar.

Essa fonte se conectará a um novo Quadro de Serviços Auxiliares em Corrente Alternada (NQSACC), na Casa de Força das Unidade Geradoras UG-1 a UG-4.

**5.7. CANTEIRO de OBRAS**

O canteiro de obras poderá ser implantado – se desejado pelo FORNECEDOR – na própria usina em local apropriado e com segurança.

A energia elétrica será fornecida pela distribuidora DME Distribuidora S.A. (DMED) através de solicitação à mesma, com consumo medido e faturado ao FORNECEDOR.

A água deverá ser solicitada ao prestador de serviços local, Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE), através de solicitação à mesma, com consumo medido e faturado ao FORNECEDOR.

Os custos de obras – se houverem – correrão por conta do FORNECEDOR.

A PCH Eng° Pedro Affonso Junqueira (Antas I) é assistida e – também – conta com câmeras de vigilância de circuito fechado acompanhadas pelo Centro de Operação Geração (COG).

Porém, a segurança patrimonial do canteiro de obras, bem como guarda de materiais e equipamentos destinados à obra desse Termo de Referência, é de responsabilidade do FORNECEDOR.

As destinações dos resíduos do canteiro de obra deverão obedecer a legislação sanitária aplicável, cuja responsabilidade é do FORNCEDOR.

**5.8. PLACA de OBRA**

O FORNCEDOR deverá implantar no local de acesso da usina, conforme Art. 16 da Lei 5.194, de 24 de dezembro de 1966, incluindo também, nome da DME Energética S.A. (DMEE), do FORNECEDOR, nome da obra, prazo de execução e valor financeiro total.

As dimensões poderão ser propostas pelo FORNECEDOR., assim como a instalação, manutenção e retirada da mesma.

**5.9. OBRAS CIVIS**

Faz parte do escopo dos serviços, toda a readequação civil no piso térreo onde se encontram os atuais cubículos de alvenaria. Essa adequação visa a retirada dos equipamentos e materiais eletromecânicos existentes, retirada dos muros de alvenaria, retificação do piso e construção de canaletas (se necessário).

O piso para os novos cubículos metálicos poderá ser feito com cimento queimada com resistência mecânica adequada ao peso dos componentes que serão instalados nele.

As canaletas deverão ser construídas com dimensões previstas no Projeto Executivo elaborado pelo FORNECEDOR, levando em conta a separação de cabos de baixo tensão e cabos de média tensão.

**5.10. GRAU de PROTEÇÃO**

Os equipamentos, materiais e componentes elétricos sob fornecimento deverão atender o Grau de Proteção (IP) 53X ou outro, desde que especificado ao contrário.

**5.11. PROJETO EXECUTIVO**

Os projetos de arranjo apresentado com as especificações – durante a fase de projeto básico – são ilustrativos e apresentam tão somente uma solução com certos equipamentos particulares.

**5.12. TRÂMITE de DOCUMENTOS**

Todos os documentos produzidos, elaborados e utilizados no fornecimento, sejam próprios ou de terceiros, devem ser encaminhados a DMEE para análise e aprovação obedecendo as seguintes classificações:

<u>APROVADO (APR)</u>

Condição em que o item se encontra em condição de utilizado para qualquer etapa próxima.

<u>APROVADO com OBSERVAÇÕES/RESSALVAS (AOR)</u>

Condição em que o item se encontra em condição para iniciar a próxima etapa, porém, com observações e/ou ressalvas que obriguem a ação corretiva do FORNECEDOR de um período de até 15 (quinze) dias contados a partir do recebimento dos mesmos.

REPROVADO (RPR)

Condição em que o item se não encontra em condição de dar andamento ao processo, devendo o FORNECEDOR promover ações corretivas que sanem essa condição ou justificar a mesma, num prazo de até 15 (quinze) dias contados a partir do recebimento dos mesmos.

**5.13. PROTEÇÕES CONTRA SOBRETENSÕES**

Os dispositivos e equipamentos de controle e proteção estarão sujeitos a interferências e transitórios eletromagnético/eletrostático conduzindo ou irradiados.

A fim de reduzir os transitórios as seguintes ações devem ser implantadas, quando possível e/ou recomendável:

- Suprimir os surtos advindo do chaveamento das correntes das bobinas dos relés, com potência consumida superior a 3W, por meio de supressor instalado diretamente nos terminais das bobinas.
- Segregar, em canaleta plástica, os cabos de diferentes níveis de tensão ou de fontes distintas.
- Instalar em cada barra de corrente contínua supressor de surto baseado em diodo de avalanche, com tensão de avalanche inferior a 1.300V.
- Separar os circuitos de corrente contínua que provêm do campo, tal como abertura do disjuntor, dos circuitos de alimentação dos relés eletrônicos ou digitais.
- Aterrar por meio de condutor específico e individual os terminais de terra dos dispositivos e dos supressores.

As medidas discriminadas abaixo serão tomadas no sentido de minimizar os efeitos das interferências, caso o FORNECEDOR julgar que as mesmas mereçam adendos ou complementação, deverá fazê-lo na proposta e indicar as ressalvas e as recomendações.

Os cabos abaixo descriminados serão blindados, com blindagem aterrada em ambas as extremidades, sendo:

- Cabos provindo dos secundários dos transformadores de instrumentos, TPs e TCs.
- Cabos de interligação dentro da Casa de Controle.
- Cabos nos quais os níveis de tensão conduzidos sejam inferiores a 50 $V_{CC}$
- Cabos de entrada e saída do sistema digital.

Para confirmar que os dispositivos sejam capazes de suportarem intrinsecamente os níveis de severidade dos ensaios requeridos por esta especificação, poderão ser solicitados junto com ao FORNECEDOR o relatório ou o atestado.

Onde os dispositivos não suportarem os níveis de ensaios ou em transição de classe de isolamento incluir nos circuitos supressores de surtos, aterrados na barra de terra, e, esta, na malha de equalização. Porém, em qualquer condição os equipamentos extrinsecamente devem suportar no mínimo 1.500 $V_{CA}$ de tensão aplicada e com demais valores em concordância com este nível de solicitação.

No setor de 2,2 kV é importante ser considerado no Projeto Executivo que as sobretensões se referem ao campo paralelo proveniente do sistema de excitação paralelo (shunt) *Brush Less* do gerador.

**5.14. COORDENAÇÃO de ISOLAMENTO de BAIXA TENSÃO**

Os equipamentos e circuitos de baixa tensão dos sistemas de controle e proteção devem atender a IEC

664 ou norma equivalente no que se refere à coordenação de isolamento.

Os equipamentos de proteção e de controle a serem instalados nas Casas de Força devem apresentar suportabilidade aos Ensaios abaixo com os níveis de severidade especificados:

- Ensaios Dielétricos (*Insolation Test Voltage*)
  Norma IEC 60255-5
  Entre circuitos distintos e entre entradas / saídas para a massa = 2,0 kV @ 60Hz @ 60s
  Entre contatos abertos = 1,5kV @ 60Hz @ 60s
- Ensaios de Suportabilidade a Tensões de Impulso (Surge Test Voltage)
  Norma IEC 60255-5
  Entre circuitos distintos e entre entrada/saída para a massa = 5 kV;1,2x50µs @ 0,5J
- Descargas Eletrostática (*Eletrostatic Discharge*)
  Norma IEC 60255-22-2
  Classe IV
- Interferência (*Interference*)
  Norma IEC 255-22-1
  Classe III
- Radio interferência (*Radiointerference*)
  Norma IEC 60255-22-3
- Transientes Rápidos (*Fast Transient*)
  Norma IEC 60255-22-4
  Classe IV
- Vibrações Senoidais (Sinusoidal Vibration)
  Norma IEC 60255-22-1
  Classe I
- Quedas (Shock)
  Norma IEC 60255-21-2
  Classe I

**5.15. CONJUNTO BLINDADO de MANOBRA**

Ou cubículos de baixa e média tensão, considerando as tensões de 0,4, 2,2 e 13,8 kV que substituirão os cubículos de alvenaria.

**5.15.1. CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS**

Os cubículos de baixa e média tensão serão aplicados para conexão entre as unidades geradoras e os transformadores de força/elevadores, entre a conexão entre o os transformadores de força/elevadores e o barramento de 13,8 kV e aterramento de barramento deverão ser tipo Metal Clad e a prova de explosão conforme consta nas normas da ABNT.

Os compartimentos devem obedecer em principio os seguintes critérios:

- 1 (um) compartimento para o disjuntor extraível ou seccionadora
- 1 (um) compartimento para saída dos cavos e instalação de TPs e TCs ou para raios

- 1 (um) compartimento para barramento principal
- 1 (um) compartimento para transformador de aterramento
- 1 (um) compartimento para resistor de aterramento
- Saída ou entrada de cabos de média tensão pelo piso do cubículo

Para cada um dos compartimentos acima deve haver uma portinhola de exaustão dos gases resultantes do arco interno.

O compartimento de baixa tensão deve ser totalmente segregado dos demais compartimentos.

As demais características de extração do cubículo e de segurança das portas devem estar de acordo com as normas da ABNT.

Entre a qualquer porta e os equipamentos sob tensão deverão ser previsto anteparos em tela com o aviso de “Perigo Alta Tensão”.

O comando e controle local será por meio de chaves e botoeira localizadas na tampa do compartimento de baixa tensão.

Em cada um dos compartimentos de 0,4 ou 2,2 ou 13,8 kV deverá ser instalado um sensor de pressão ou um detector de luminosidade a fim de operar quando houver um arco interno no cubículo. Este sistema deve ser capaz de emitir um sinal para a abertura dos disjuntores de entrada num tempo inferior a 20 ms. A operação do sensor e de uma unidade de sobrecorrente do relé de proteção da entrada deve emitir um comando de abrir todos os disjuntores que alimentam essa barra, e bloquear o fechamento de todos os disjuntores.

Os barramentos principais dos cubículos deverão possuir identificação de faseamento, conforme abaixo.

- Fase A — Vermelha
- Fase B — Branca
- Fase C — Azul

Os cabos de força provenientes do Serviços Auxiliares de Corrente Alternada (SACA) deverão possuir identificação de faseamento, conforme abaixo.

- Fase A — Vermelha
- Fase B — Branca
- Fase C — Azul

Os fios/cabos de controle utilizados nos cubículos deverão possuir identificação, conforme abaixo.

- Cor Amarela — para Corrente Alternada
- Cor Azul — para Corrente Contínua

Os fios/cabos de controle provenientes de Transformadores de Potencial (TP) e de Transformadores de Corrente (TC) deverão possuir identificação, conforme abaixo

- Cor Vermelha — para Circuito de Potencia
- Cor Preta — para Circuitos de Corrente
- Cor Branca — para Aterramento

**5.15.2. CIRCUITOS de AQUECIMENTO e ILUMINAÇÃO**

Deve ser prevista uma entrada em 220 $V_{CA}$, monofásica, protegida por disjuntor termomagnético de caixa moldada, com a finalidade de alimentar os seguintes circuitos/dispositivos:

- Circuito de aquecimento, controlado por termostato a fim de prevenir a condensação dentro da caixa de comando.
- Circuito de iluminação controlada por fim de curso instalado na porta.
- Lâmpada fluorescente compacta (reator alto fator de potência) com soquete que suporte as vibrações provenientes da operação dos disjuntores

**5.15.3. CAPACIDADES dos CONTATOS de USO GERAL**

Os contatos dos dispositivos usados para os circuitos de intertravamentos e de lógica no sistema de controle e proteção devem apresentar as seguintes características mínimas:

- Nível de Serviço (NBR 7098) III A
- Corrente Nominal 5,0 A
- Capacidade de Estabelecimento com L/R<0,04s 30 A – 200 ms
- Capacidade de Interrupção com L/R<0,04s 0,5 A (em 125 $V_{CC}$)
- Capacidade de Curta Duração (1s) 50 A
- Número de Operações com Carga $10x10^6$ manobras

Dever ser previsto no Projeto Executivo uma reserva de 20% (vinte por cento) de contatos livres de tensão, além daqueles que serão usados, em cada régua de borne.

**5.15.4. CAPACIDADES dos CONTATOS para SUPERVISÃO e ALARMES**

Os contatos dos dispositivos usados para os circuitos de supervisão e alarmes do sistema de controle e proteção devem apresentar as seguintes características mínimas:

- Nível de Serviço (NBR 7098) IIB
- Corrente Nominal 2,0 A
- Capacidade de Estabelecimento com L/R<0,04s 15 A – 200 ms
- Capacidade de Interrupção com L/R<0,04s 0,1 A (em 125 $V_{CC}$)
- Capacidade de Curta Duração (1s) 20 A
- Número de Operações com Carga $10x10^6$ manobras

**5.15.5. CAPACIDADES dos CONTATOS para CIRCUITOS de DESLIGAMENTO**

Os contatos dos dispositivos usados para o controle e proteção, nos circuitos de desligamento devem atender os requisitos da ANSI C37.90.

**5.15.6. SOBRETENSÃO nos SECUNDÁRIOS dos TRANSFORMADORES de CORRENTE**

O FORNECEDOR deverá prever proteção contra sobretensão nos terminais secundários caso a Tensão secundária ultrapasse a 3,5 kV de pico, com o secundário aberto e demais condições como previsto na NBR 6856.

**5.15.7. PLACAS de IDENTIFICAÇÃO e DIAGRAMÁTICAS**

A placa deve atender os dizeres e as características indicadas nas normas referentes a cada um dos equipamentos instalados.

**5.15.8. JANELAS de INSPEÇÃO para TERMOGRAFIA**

Os cubículos deverão ser providos, em pontos estratégicos, de janelas de inspeção que permitam a termografia das conexões dos cabos de interligação aos barramentos e demais equipamentos que se julgue necessário, sem que haja a abertura de portas.

As janelas deverão ter dimensões mínimas de 75 mm (3") e serem compostas por lentes que permitam a passagem de radiação infravermelha, na frequência utilizada em termovisões.

**5.15.9. PROTEÇÃO CONTRA ARCO VOLTAICO**

Os cubículos deverão ser providos de sistema de proteção contra arco voltaico, baseada na detecção da luz do arco voltaico e/ou com supervisão da sobre corrente gerada.

A proteção contra arco voltaico poderá ser feita por um equipamento dedicado ou acoplada a um relé de proteção com multifunções que possua esta função especifica.

**5.15.10. DIAGRAMA SINÓTICO**

Os cubículos de média tensão deverão possuir diagrama sinótico simbolizando todos os equipamentos de média tensão nele instalados (disjuntores, chaves, fusíveis, TP, TC e muflas) para promover facilidades operativas no que tange:

- Identificação da tensão
- Identificação dos equipamentos

As cores padronizadas a serem utilizadas são:

- Cor Verde — Tensão Nominal de 0,4 kV
- Cor Amarela — Tensão Nominal de 2,2 kV
- Cor Vermelha — Tensão Nominal de 13,8 kV

A codificação para elaboração do Projeto Executivo deverá seguir a mesma do Diagrama Unifilar do Anexo A.

**5.15.11. LAY OUT**

Um dos objetivos da substituição de cubículos de baixa e média tensão da PCH Eng° Pedro Affonso Junqueira (Antas I) é a modernização dos setores de 0,4 kV, 2,2 kV e 13,8 kV destinados ao conjunto metálicos de manobra e controle de potência.

Em função da história e expansão das unidades geradoras os cubículos de baixa e média tensão foram sendo instalados na melhor logística possível, porém, a tecnologia da época utilizou obras civis para os cubículos em alvenaria.

O cubículo de baixa tensão aqui citada trata-se de 1 (um) cubículo destinado à unidade geradora UG-6 cuja tensão terminal do gerador é 0,4 kV.

Os demais cubículos são de 2,2 kV aplicados as unidades geradoras UG-1, UG-2, UG-3, UG-4 E UG-6.

E com cubículos de 13,8 kV para conexão dos lados de tensão superior dos transformadores de força/elevador.

Observação: A usina hidrelétrica PCH Eng° Pedro Affonso Junqueira (Antas I) conta também com uma sétima unidade Geradora nominada como UG-7, porém, não faz parte dessa modernização. Mas, as novas cargas de corrente alternada e corrente contínua – provenientes dos novos cubículos metálicos –

deverão ser conectados aos Quadros de Serviços Auxiliares de Corrente e Corrente Contínua (QSACA e QSACC).

Os atuais cubículos de alvenaria encontram-se no piso térreo e piso superior da Casa de Força onde se encontram as unidades geradoras UG-1 a UG-4.

Um objetivo é desoperar os cubículos de alvenaria no piso superior da Casa de Força onde se encontram as unidades geradoras UG-1 a UG-4.

Um outro cubículo – mas esse metálico – encontra-se ao tempo e ao lado da Casa de Força onde encontram-se as unidades geradoras UG-5 e UG-6, que será desoperado – também – e tendo um novo cubículo metálico no piso térreo da Casa de Força onde se encontram as unidades geradoras UG-1 a UG-4, deixando essa localidade com todos os cubículos metálicos de baixa e média tensão concentrados.

O arranjo atual e desejada estão no Anexo D e E, respectivamente e que deverão ser base para os projetos executivos a serem elaborados pelo FORNECEDOR.

As medidas para o arranjo atual estão mostradas no Anexo F.

OS desenhos civis e mecânicos do arranjo atual serão disponibilizados ao FORNECEDOR à época do Projeto Executivo.

**5.15.12. PLACA de ADVERTÊNCIA de RISCO ELÉTRICO**

Os cubículos deverão possuir placa de advertência de risco elétrico conforme mostrado no Anexo G.

**5.16. DISJUNTOR de MÉDIA TENSÃO EXTRAÍVEL**

No lado de média tensão – em 13,8 kV – dos transformadores de força/elevador a manobra e proteção se dará por disjuntor extraível, conforme especificações técnicas a seguir.

**5.16.1. GERAL**

Cada unidade, deverá ser autoportante ou suficientemente rígida para permitir transporte e deslocamento, com alinhamento mínimo no local de montagem.

Meios especiais deverão ser previstos para assegurar que todos os interruptores de um polo abram ou fechem simultaneamente sob todas as condições de operação, e que a interrupção seja distribuída uniformemente entre todos os interruptores.

Os disjuntores deverão ser fornecidos com terminais de linhas possibilitando a opção de conexão nos dois lados, com quatro furos padrão NEMA.

As câmaras, buchas de porcelana (ou poliméricas) e suportes isolantes devem preencher os requisitos especificados, quando ensaiados de acordo com as respectivas normas.

Todas as correspondentes câmaras e suportes de porcelana dos disjuntores devem ser intercambiáveis.

Todo o conjunto modular para disjuntor $SF_6$ – se aplicável – deve ser equipado com manômetro indicativo da pressão do gás, dotado de visor externo que permita fácil leitura, e com pressostato para alarme.

Todos os invólucros de porcelana devem ser projetados de forma a não se verificar esforços indevidos de quaisquer peças, devido às mudanças de temperatura e pressão

Devem ser providos de meios adequados para acomodar a dilatação ou deflexão do condutor e partes condutoras de corrente, resultantes de condições de sobrecarga ou transitórias.

Todas as buchas de porcelana devem ser homogêneas, vitrificadas e impermeáveis à umidade.

A vitrificação deve ser livre de imperfeições, tais como cavidades, rachaduras, incrustações, trincas, bolhas ou carbonizações. Todos os componentes e suportes das câmaras de porcelana que possam de alguma forma estar expostos à atmosfera devem ser confeccionados de material não higroscópico. Todas as buchas de porcelana dos disjuntores deverão ser na cor marrom.

Cada polo do disjuntor deverá ser equipado com indicador mecânico de posição, e do estado da mola de abertura, claramente visível da parte frontal do mesmo e adequado à visão noturna.

As letras e cores do indicador devem ser como segue:

- Posição Aberta (Letra A) Verde
- Posição Fechada (Letra F) Vermelho

**5.16.2. CIRCUITOS de COMANDO do DISJUNTOR**

São previstos os seguintes circuitos segregados no esquema de comando do disjuntor.

- Circuito de Fechamento 125 Vcc
- Circuito de Abertura 125 Vcc
- Circuito do Acionamento do Motor 220 $V_{CA}$
- Circuito de Aquecimento, Tomada e Iluminação 220 $V_{CA}$

Em cada circuito será previsto um disjuntor de caixa moldada, com capacidade adequada ao circuito, e um relé detector de tensão, com temporização ao relaxar na faixa de 200 a 400 ms.

**5.16.3. CIRCUITOS de FECHAMENTO**

Neste circuito, em 125 Vcc, deve ser previsto os dispositivos necessários ao comando de fechar do disjuntor. Consiste, em princípio, dos seguintes dispositivos:

- Disjuntor de caixa moldada de entrada de CC
- Relés para a função de anti bombeamento (anti pumping)
- Relé detector de tensão
- Chave seletora de local de comando
- Botoeira de comando
- Solenóide de fechamento
- Contador de operações e sinalização local de disjuntor fechado

O comando de fechamento local é habilitado pela chave seletora em local, e com o disjuntor extraído.

A alimentação dos circuitos de comando externo de fechamento remoto, religamento serão dependentes da alimentação provindo do disjuntor de caixa moldada da entrada.

**5.16.4. CIRCUITOS de ABERTURA**

O circuito de abertura deve apresentar os seguintes dispositivos /circuitos:

- Disjuntor de caixa moldada de entrada de CC
- Nível de desligamento e de bloqueio de abertura (se aplicável)
- Chave seletora de local (comando somente restringindo a botoeira de comando local com sinalização de disjuntor fechado)
- Relé detector de tensão e de solenoide de abertura

A alimentação dos circuitos de abertura pela proteção e por comando será dependente da alimentação provindo do disjuntor de caixa moldada da entrada.

Os circuitos de abertura serão supervisionados por dispositivo externo, o qual injeta no circuito de 7 a 10 mA. Portanto, são necessários os seguintes requisitos:

- Em paralelo com o contato interruptor da corrente de abertura deve ser instalado um contato do tipo NF em serie com resistor de 1000 - 50W (valor a ser confirmado posteriormente)
- O solenóide de abertura deve ser capaz de restabelecer com corrente circulante de 10 mA.

**5.16.5. CIRCUITOS de ACIONAMENTO do MOTOR**

A função deste circuito é a de alimentar o motor de acionamento do conjunto armazenador de energia do sistema de fechamento e abertura.

Como nos demais circuitos, este deve ser previsto com disjuntor de caixa moldada na entrada, e conter os circuitos de acionamento e proteção do motor.

A fim de suprir a energia necessária ao sistema de fechamento, em caso de falha do circuito motorizado, deve ser previsto comando manual de emergência. A atuação no sistema manual deve impedir a entrada em operação do sistema motorizado.

**5.16.6. CAPACIDADE de INTERRUPÇÃO em CURTO CIRCUITO**

O disjuntor deverá ser capaz de interromper as correntes de curto circuito nominal mostradas no Item 7 a seguir.

Após a interrupção da corrente nominal de curto-circuito o disjuntor deverá ser capaz de suportar a tensão máxima de operação na posição aberta e suportar a corrente nominal, sem sobreaquecimento prejudicial, para qualquer valor de tensão de operação até a tensão máxima.

O disjuntor deverá ser capaz de suportar pelo menos 10 (dez) operações na corrente de interrupção nominal, trifásica, sem a necessidade de inspeção e substituição de peças.

**5.16.7. CAPACIDADE de INTERRUPÇÃO NOMINAL em DISCORDÂNCIA de FASES**

Nessa condição a capacidade de interrupção do disjuntor deverá estar em conformidade com as normas ABNT NBR IEC 62271-1.

**5.16.8. CAPACIDADE de INTERRUPÇÃO NOMINAL de PEQUENAS CORRENTES**

Os disjuntores deverão ter capacidade de interrupção de correntes capacitivas e pequenas correntes indutivas, sob sua tensão nominal e condições de emprego e funcionamento prescritas na ABNT NBR IEC 62271-1.

**5.16.9. CAPACIDADE de ESTABELECIMENTO NOMINAL em CURTO CIRCUITO**

É aquela que corresponde à tensão nominal e é igual a 2,6 vezes o valor eficaz da componente alternada da capacidade de interrupção nominal em curto-circuito do disjuntor

**5.16.10. INVÓLUCROS**

A superfície interna dos invólucros deve ser lisa, sem rebarbas, pontas e outras imperfeições.

Devem ser capazes de suportar a pressão de enchimento, a máxima pressão de operação e a pressão de projeto sem deformações permanentes, mesmo sob vácuo.

A rigidez dielétrica do conjunto de manobra deve ser tal que se tenha uma perfeita coordenação de

isolamento de forma a garantir a aplicação das tensões de ensaios especificadas sem falhas.

Os invólucros devem resistir aos esforços térmicos e dinâmicos resultantes das correntes de curto-circuito do sistema.

**5.16.11. MEIO ISOLANTE**

A forma de isolamento será à com invólucros à vácuo.

**5.16.12. SOBRESSALENTES**

Os disjuntores, deverão ser fornecidos com, pelo menos, duas bobinas de abertura e uma de fechamento, idênticas, independentes e de funcionamento elétrico.

**5.17. SECCIONADORAS TRIFÁSICAS**

Para conexão das unidades geradoras ao barramento de 2,2 kV e para o lado de tensão inferior dos transformadores de força/elevadores serão utilizadas seccionadoras trifásicas.

**5.17.1. INSTALAÇÃO**

As chaves seccionadoras deverão ser apropriadas para instalação interna em conjunto de manobra blindado com respectiva tensão nominal.

**5.17.2. MECANISMO**

O mecanismo deverá ser projetado para manter-se alinhado quando sujeito a torques e tensões desenvolvidas sob as condições de operação.

Todos os mancais deverão ser blindados e do tipo auto lubrificante.

O mecanismo de operação deverá proporcionar um movimento suave e simultâneo das lâminas, por todo o ciclo de operação.

Deverá ser previsto um ajuste individual do mecanismo de operação de cada polo para compensar possíveis desalinhamentos das bases, hastes e alavancas de operação.

As hastes de transmissão do mecanismo de operação deverão ser tubos de aço sem costura, galvanizados a quente, com seção transversal mínima 1 1/2".

Emendas nos tubos só serão permitidas quando o comprimento for superior a 3 (três) metros, e deverão ser feitas com luvas e pinos de trava aparafusados.

Especial atenção deve ser considerada no sentido de impedir a penetração de umidade nos rolamentos dos mancais.

**5.17.3. COMPONENTES CONDUTORES de CORRENTE**

Todos os componentes condutores de corrente deverão ser projetados para preencher os requisitos especificados para cada unidade geradora com relação à corrente nominal, corrente de curto circuito e esforços mecânicos.

**5.17.4. CONTATOS PRINCIPAIS**

Os contatos principais deverão ser de alta pressão, auto ajustáveis e auto limpantes, projetados de forma que a ação de limpeza não cause riscos prejudiciais ou abrasão das superfícies de contato e, que a pressão de contato permaneça inalterada com as variações normais de alinhamento e ajuste.

Os contatos da chave deverão dissipar o calor gerado sem fundir e, manter o contato elétrico quando sujeitos às respectivas correntes de curto-circuito especificadas.

As superfícies dos contatos principais deverão ser prateadas, com espessura mínima da camada de 8 µm.

Os limites de elevação de temperatura admissíveis deverão estar de acordo com a NBR IEC 62271-102

**5.17.5. CONEXÕES FLEXÍVEIS**

Molas, pinos e mancais não devem conduzir corrente, e deverão ser conectados por cordoalhas de cobre extra flexíveis ou por contatos auxiliares de alta pressão.

Projetos nos quais contatos de alta pressão são integralmente incorporados na montagem dos mancais estarão sujeitos à aprovação da DMEE.

Se esse tipo de contato for empregado, deverão ser fornecidos meios para manter, automaticamente, a pressão de contato adequada.

**5.17.6. MANCAIS e ENGRENAGENS**

Mancais para isoladores rotativos deverão ser adequadamente protegidos do tempo para prevenir entrada de umidade e consequente corrosão.

As engrenagens deverão ser fechadas em invólucros estanques projetados de forma a conservar uma adequada lubrificação.

Partes que requeiram lubrificação periódica por meio de graxa deverão ser fornecidas com engraxadeiras.

**5.17.7. MATERIAIS**

Todas as partes de aço deverão ser galvanizadas por imersão a quente, de acordo com a NBR 6323.

Parafusos com diâmetro até 12 mm podem, alternativamente, ser submetidos a galvanização por eletrodeposição, seguida de passivação com bicromato com uma espessura mínima de camada de 30 µm.

**5.17.8. ISOLADORES**

Os isoladores devem ser de epóxi e com as colunas isolantes serão constituídas por isoladores do tipo multi corpo, ou de isoladores superpostos, devendo a montagem, neste último caso, ser efetuada sem calços entre isoladores, e com os últimos perfeitamente alinhados.

**5.17.9. TERMINAIS de ALTA TENSÃO**

Deverão ser fabricados para conexões entre barramentos rígidos.

**5.17.10. MECANISMO de OPERAÇÃO das LÂMINAS PRINCIPAIS**

O mecanismo de operação será manual e as chaves seccionadoras deverão ser equipadas com dispositivo mecânico, visível do solo, que indique as posições "ABERTA" e "FECHADA" das lâminas.

Esse dispositivo deverá ser fornecido para a lâmina principal e de aterramento e nele deverão ser claramente indicadas as referidas posições.

Os proponentes deverão fornecer todos os dados técnicos, incluindo descrição, desenhos da disposição dos componentes, com dimensões e diagramas esquemáticos do dispositivo de operação oferecido.

A alavanca de operação manual do mecanismo não deverá requerer uma força superior a 220 N, aplicada na sua extremidade, para a operação efetiva da chave, sob condições normais de operação.

Os dispositivos de operação deverão ser projetados de forma tal que possam ser desconectados, a

qualquer momento, do eixo ou haste de operação, para testes.

Deverão ser previstos meios para travar os mecanismos de operação manual em ambas as posições, aberta e fechada.

**5.17.11. PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO**

Todas as estruturas externas de aço, flanges, cabines, parafusos, porcas e outras partes confeccionadas em aço deverão ser galvanizadas pelo processo de imersão a quente, conforme NBR 6323.

**5.17.12. FERRAMENTOS e CHAVES ESPECIAIS**

O FORNECEDOR deverá fornecer todas as ferramentas e dispositivos especiais de manuseio exigidos para a montagem e desmontagem do equipamento.

**5.18. PARA RAIOS**

Os para raios serão instalados no lado de tensão superior dos transformadores de força/elevador na conexão com os circuitos de saída.

**5.18.1. MATERIAIS**

Para raios de resistor não linear a óxido metálico sem centelhadores, com invólucro polimérico para uso externo, em redes de distribuição.

Invólucro em material polimérico, de borrachas à base de silicone, resistente ao trilhamento elétrico e às intempéries.

Terminais e conectores de linha: em liga de cobre, com teor de cobre não inferior a 85% e de zinco não superior a 6%, de acabamento estanhado ou em aço inoxidável de forma a evitar danos à conexão devido à corrosão

Terminais de aterramento em liga de cobre de alta condutividade.

**5.18.2. INVÓLUCROS**

O para raios deve ser construído sem espaços internos e ter vedações terminais adequadas de modo a evitar a penetração de umidade.

O invólucro polimérico deve ser injetado diretamente sobre o conjunto de blocos encapsulados em material de fibra de vidro impregnado em resina epóxi (ou outro processo equivalente).

**5.18.3. DESLIGADOR AUTOMÁTICO**

Os para raios devem ser equipados com dispositivo desligador automático extraível, com a função de desligar automaticamente a ligação a terra em caso de defeito elétrico no para raios.

**5.18.4. TERMINAIS e CONECTORES de LINHA**

Os terminais de linha (parafusos e porcas) e arruelas de contato dos para raios devem ser apropriados para ligação de cabos de alumínio ou de cobre nu de seção transversal variando entre 10 mm² e 70 mm².

Os conectores, terminais e o sistema de vedação deve suportar um torque de instalação de 2,7 daN.m.

**5.18.5. TERMINAIS de ATERRAMENTO**

Os para raios devem ser equipados com terminal de aterramento com conector apropriado para ligação de cabo de cobre nu ou aço cobreado de seção transversal variando entre 10 mm² e 70 mm².

O conector de aterramento em liga de cobre de alta condutividade.

**5.19. TRANSFORMADORES de CORRENTE**

Os transformadores de corrente estarão presentes nos cubículos de baixa tensão (0,4 kV) e média tensão (2,2 e 13,8 kV).

**5.19.1. FABRICAÇÃO**

Deve possuir indicações de primário e secundário impressos na própria resina de acabamento.

O corpo de isolação do transformador de corrente deve ser todo em resina epóxi, com pintura de acabamento ou em cor natural.

**5.19.2. IDENTIFICAÇÃO de POLARIDADE**

As identificações dos terminais e polaridades devem ser feitas através de marcas permanentes conforme a NBR 6856.

**5.19.3. TERMINAIS e CONECTORES**

Os terminais dos transformadores de corrente tipo barra ou enrolado devem ter terminais de alta tensão do tipo barra chata e terminais dos enrolamentos secundários devem ser adequados para ligação de cabos de controle com olhal.

Os transformadores de corrente devem ser fornecidos com terminais de aterramento com conector para cabo de cobre de 70 mm² a 120 mm², inclusive.

**5.19.4. CAIXA de TERMINAIS SECUNDÁRIOS**

A caixa de terminais secundários deverá possuir

- Ser a prova de intempéries com vedação contra entrada de água e poeira
- Possuir configuração que impeça o acúmulo de água
- Possuir um furo de 25 mm de diâmetro e área necessária para conexão de bucha e arruela do eletroduto de 1”

**5.19.5. ISOLADOR**

Devem atender a NBR 6856 sendo que distância mínima de escoamento deverá ser de 25 mm/kV.

**5.19.6. TAMPA de LACRAÇÃO**

A tampa da caixa do secundário dos transformadores de corrente e deve ser fabricada em uma única peça, não pode conter partes coladas.

A tampa da caixa do secundário dos transformadores de potencial deve ser projetada de maneira que ao ser fixada, não possua cavidade que permita acesso aos terminais do secundário.

**5.19.7. EPÓXI**

A resina deve ser – impreterivelmente – não propelente de chamas, e suportar temperaturas compatíveis com a operação normal mantenho seu desempenho elétrico mecânico e térmico ao longo da vida útil prevista.

**5.20. TRANSFORMADORES de POTENCIAL**

**5.20.1. FABRICAÇÃO**

Deve possuir indicações de primário e secundário impressos na própria resina de acabamento.

O corpo de isolação do transformador de potencial deve ser todo em resina epóxi, com pintura de acabamento ou em cor natural.

**5.20.2. IDENTIFICAÇÃO de POLARIDADE**

As identificações dos terminais e polaridades devem ser feitas através de marcas permanentes conforme a NBR 6855.

**5.20.3. TERMINAIS e CONECTORES**

Os terminais dos transformadores de potencial tipo barra ou enrolado e devem ter terminais de alta tensão do tipo barra chata e terminais dos enrolamentos secundários devem ser adequados para ligação de cabos de controle com olhal.

Os transformadores de potencial devem ser fornecidos com terminais de aterramento com conector para cabo de cobre de 70 mm² a 120 mm², inclusive.

**5.20.4. CAIXA de TERMINAIS SECUNDÁRIOS**

A caixa de terminais secundários deverá possuir

- Ser a prova de intempéries com vedação contra entrada de água e poeira
- Possuir configuração que impeça o acúmulo de água
- Possuir um furo de 25 mm de diâmetro e área necessária para conexão de bucha e arruela do eletroduto de 1”

**5.20.5. ISOLADOR**

Devem atender a NBR 6855 sendo que distância mínima de escoamento deverá ser de 25 mm/kV.

**5.20.6. TAMPA de LACRAÇÃO**

A tampa da caixa do secundário dos transformadores de potencial deve ser fabricada em uma única peça, não pode conter partes coladas.

A tampa da caixa do secundário dos transformadores de potencial deve ser projetada de maneira que ao ser fixada, não possua cavidade que permita acesso aos terminais do secundário.

**5.20.7. EPÓXI**

A resina deve ser – impreterivelmente – não propelente de chamas, e suportar temperaturas compatíveis com a operação normal mantenho seu desempenho elétrico mecânico e térmico ao longo da vida útil prevista.

**5.21. TRANSFORMADOR de ATERRAMENTO**

**5.21.1. GENERALIDADES**

Este termo de referência compreende o fornecimento de transformador de aterramento, conforme características e exigências detalhadas a seguir

**5.21.2. APLICAÇÃO**

O transformador de aterramento deverá ser construído para aterrar um sistema trifásico, tensão nominal 13,8 kV e 60 Hz.

Deverão ser para instalação interna, imersos em óleo isolante vegetal, com resfriamento por circulação natural de óleo, com neutro acessível e isolado do tanque e ligação interna tipo zigue - zague.

Uso interno em cubículos metálicos

**5.21.3. ACESSÓRIOS**

O transformador deverá ser fornecido completo com no mínimo os seguintes acessórios:

- Parte ativa, tanque e tampa
- Óleo isolante vegetal para o enchimento inicial acrescido de 10%
- Buchas de porcelana Classe 15 KV para os terminais
- Furos NEMA para as buchas dos terminais
- Terminais em aço inoxidável austenítico AISI 316 para aterramento de tanque
- Conector para os terminais de aterramento do tanque para um cabo de cobre nu 70 mm²
- Válvula inferior de drenagem, filtragem e amostragem do óleo isolante do tanque, tipo esfera
- Válvula tipo esfera para enchimento e vácuo; Válvulas tipo esfera para remoção do relé Buchholz
- Válvula de alívio de pressão do tanque

**5.22. RESISTOR de ATERRAMENTO**

**5.22.1. FABRICAÇÃO**

A chapa estrutural do invólucro metálico do resistor não deve ser inferior a 12 USG (2,78 mm), enquanto a chapa de fechamento não deve ser inferior a 14 USG (1,98 mm).

**5.22.2. TENSÃO APLICADA**

Para o resistor de média tensão de baixo valor ôhmico, deve ser realizado o teste de tensão aplicada, bem como devem ser mantidas as distâncias entre qualquer parte energizada do resistor e o invólucro metálico de acordo com o estabelecido na tabela 21 da norma ABNT NBR 14039, cujos valores são reproduzidos na Tabela 2

**5.22.3. MATERIAL**

O resistor de média tensão de baixo valor ôhmico deverá ser fabricado em m ligas NiCr e AISI-304.

**5.22.4. INSTALAÇÃO**

O resistor de média tensão de baixo valor ôhmico será instalado no cubículo de aterramento juntamente com o transformador de aterramento e transformadores de corrente, em posição de fácil acesso para sua manutenção.

**5.23. CHAVE FUSÍVEL**

**5.23.1. GENERALIDADES**

A seccionadora tripolar deverá possuir abertura por meio molas, com desconexão em carga e com base para fusíveis limitadores de corrente tipo HH, instalado em cubículo metálico.

**5.23.2. CONTATOS PRINCIPAIS**

Os contatos principais móveis são do tipo dupla faca, com contatos lineares e dispostos de forma que possam suportar os esforços resultantes das solicitações mecânicas e elétricas, as partes condutoras são de cobre eletrolítico tratadas galvânicamente com estanho e/ou prata.

**5.23.3. SUPORTE**

A estrutura suporte, onde são fixados os isoladores é fabricada em chapa de aço lâmina dobrada, soldada formando uma estrutura monobloco e tratadas com pintura eletrostática à pó a base de epóxi.

**5.23.4. ISOLADORES**

Os isoladores são do tipo suporte em resina epóxi de alta resistência mecânica e excelente rigidez dielétrica.

**5.23.5. ACIONAMENTO**

O acionamento pode ser por meio manual (punho de manobra).

O punho de Manobra com furo para cadeado com bloqueio KIRK.

**5.23.6. OPERAÇÃO MECÂNICA**

Os seccionadores devem suportar 50 ciclos de operação mecânica (abertura/fechamento).

**5.23.7. FERRAGEM de FIXAÇÃO do ISOLADOR**

A ferragem de fixação do isolador deve ser de material compatível eletricamente com os demais materiais ao seu redor, de modo a dificultar qualquer tipo de ação corrosiva no seccionador.

Deve ser levado em conta o coeficiente de dilatação do material, cimento e demais características destes, para garantir a fixação, evitar fissuras ou quebras na porcelana. A ferragem de fixação do isolador deve ser em ferro fundido nodular zincado a quente. Qualquer outra liga metálica como bronze ou latão, que tenha características semelhantes ou superiores às mencionadas poderão ser utilizadas, desde que aprovada previamente pela DMEE.

Não serão aceitos insertos metálicos em liga de alumínio. O processo de fixação das ferragens aos isoladores deve ser adequado às solicitações mecânicas e térmicas decorrentes da operação dos seccionadores e às correntes nominais de curta duração.

**5.23.8. FUSÍVEIS**

Os fusíveis devem ser do tipo HH, limitadores de corrente e de alta capacidade de ruptura, 40 kA, corpo em porcelana vidrada de alta resistência contra esforços térmicos e mecânicos, elemento de fusão em fitas de prata 99,99%, imerso em areia de sílica especial controlada, altamente isolante, com propriedades necessárias ao resfriamento e extinção do arco e possuir pino percursor com mola tipo *striker-pin* com força de disparo de 12 kgf para acionamento de abertura da chave em caso de queima do fusível.

**5.23.9. ATERRAMENTO**

A chave fusível deve permitir conexão de cabo de aterramento com conexão para condutor de 35 mm² a 70 mm².

**5.24. NOVOS QUADRO de SERVIÇOS AUXILIARES**

**5.24.1. GENERALIDADES**

Os quadros elétricos deverão ser fabricados com invólucro de aço, autoportante e seguintes características:

- Sistema de fecho tipo "Cremona" com dispositivo para colocação de cadeado e hastes verticais para travamento da porta na parte superior e inferior do quadro
- Flanges na parte inferior para entrada de cabos elétricos
- Base soleira com altura de 100 mm
- Chaparia fabricada com chapas de aço de espessura mínima de 1,9mm
- Chaparias laterais e traseira e removíveis
- Olhais de içamento
- A placa de montagem por padrão deverá ser inteiriça com regulagem de profundidade

- Conector apropriado para aterramento
- Acabamento com tratamento anticorrosivo e pintura por disposição eletrostática de tinta epóxi com camada mínima de 80 µm
- O invólucro deverá ser da cor cinza RAL 7032, placa de montagem na cor laranja 2,5Y R6/14 e base soleira na cor preta RAL 9005
- Conector para aterramento para condutor de 35 mm² a 70 mm²

**5.24.2. DIMENSÕES**

O FORNECOR deverá apresentar em sua proposta as dimensões mínimas necessárias para manter as distâncias de segurança, manter desempenho satisfatório de seus componentes e permitir fácil manutenção.

**5.24.3. TERMINAIS**

Deverão ser utilizadas réguas de bornes de passagem para toda fiação de entrada e saída do quadro ou painel elétrico.

As réguas de bornes deverão ser providas de ranhuras para fixação de plaquetas de identificação e também, deverão ser de plástico moldado com barreiras e com conexões do tipo abertura para fiação e aperto por meio de parafuso apropriado.

**5.24.4. TERMINAIS de COMANDO**

Tipo compressão pino, pré-isolados, materiais de cobre estanhado.

**5.24.5. TERMINAIS de FORÇA**

Até a seção transversal de 6mm² os terminais serão do tipo compressão, pino, pré-isolados, materiais de cobre estanhado.

Não poderão ser utilizados terminais tipo garfo.

Acima da seção transversal de 6mm² os terminais serão do tipo compressão, material de cobre estanhado e sem isolamento.

**5.24.6. EXECUÇÃO da FIAÇÃO**

Quando não especificado em contrário no projeto elétrico toda fiação de entrada e saída será executada através de prensa cabos e flanges no fundo do quadro e painel elétrico, respectivamente.

Sempre que possível, a fiação deverá ser distribuída em canaletas perfuradas de PVC de acordo com a classe de isolação, classe térmica e tensão de trabalho.

Quando existir fiação de sinal e de rede de comunicação, estas deverão ser dispostas em canaletas exclusivas e se necessário cruzar cabos de força em um ângulo de 90°.

Todo equipamento deverá ter fiação completamente executada para a entrega.

Toda a fiação deverá ser contínua de terminal a terminal sem emendas para qualquer finalidade.

Toda fiação que interliga os componentes deverá ser identificada através de anilhas PVC ou por fitas adesivas fabricadas em vinil ou similar.

Em ambos os casos o fundo deve ser na cor amarela e texto na cor preta.

A identificação deve ser indelével e possuir resistência térmica.

Para ligação de componentes instalados na porta a fiação deverá ser a executada com acabamento em

fitas espiraladas e abraçadeiras de PVC e fixadas com suportes autoadesivos.

**5.24.7. CORES**

Os barramentos principais dos quadros deverão possuir identificação de faseamento, conforme abaixo.

- Fase A — Vermelha
- Fase B — Branca
- Fase C — Azul

Os cabos de força do Serviços Auxiliares de Corrente Alternada (SACA) deverão possuir identificação de faseamento, conforme abaixo.

- Fase A — Vermelha
- Fase B — Branca
- Fase C — Azul

Os fios/cabos de controle utilizados nos quadros deverão possuir identificação, conforme abaixo.

- Cor Amarela — para Corrente Alternada
- Cor Azul — para Corrente Contínua

Os fios/cabos de controle provenientes de Transformadores de Potencial (TP) e de Transformadores de Corrente (TC) deverão possuir identificação, conforme abaixo

- Cor Vermelha — para Circuito de Potencia
- Cor Preta — para Circuitos de Corrente
- Cor Branca — para Aterramento

**5.24.8. TEMPERATURA INTERNA**

Com bases nas condições climáticas previstas no Item 5.3 a temperatura interna dentro dos quadros não pode superar 50°C, sendo – se necessário – sistema de ventilação, sem diminuir a rigidez mecânica e o grau de proteção dos quadros.

**5.24.9. ISOLAMENTO**

Todos os componentes para trabalho dos quadros deverão suportar:

Tensão em Corrente Alternada — 380/200 $V_{CA}$

Tensão em Corrente Contínua — 125 $V_{CC}$

**5.24.10. BARRAMENTO**

Os parafusos, porcas e arruelas para fixação dos conectores aos barramentos e de barramentos devem ser bronze ou de latão.

**5.24.11. ATERRAMENTO**

A instalação da barra de aterramento nos quadros será feita como segue:

Instalação nas partes inferiores do quadro, feita de cobre eletrolítico e estanhada

Barra PE ligada ao neutro aterrado da rede da concessionária, acumulando função de barramento de equipotencialização de potencial.

Em contato direto, por meio de cabo flexível ou cordoalha de cobre com todas as portas. Identificada em dupla cor verde-amarelo.

A barra deverá ter fácil acesso para as ligações externas.

A barra deverá ser retangular.

**5.24.12. DISPOSITIVO de PROTEÇÃO contra SURTO**

Quando forem previstos dispositivos de proteção contra surto a instalação deve considerar que a conexão seja preferencialmente executada o mais próximo possível da entrada de alimentação e a ligação dos DPS ao barramento de terra deverá ser com a fiação no menos comprimento possível.

**5.24.13. PARAFUSOS para FIXAÇÃO dos COMPONENTES**

Os parafusos para fixação dos componentes deverão ser zincados e bicromatizados em amarelo. Quando usados parafusos com porcas para fixação, as mesmas deverão ter fácil acesso.

No chassi os parafusos deverão ser fixados sem o uso de porcas.

**5.24.14. PLACA de ADVERTÊNCIA de RISCO ELÉTRICO**

Deverá ser instalada na porta do painel placa de advertência de risco elétrico conforme modelo apresentado no Anexo G.

**5.24.15. DISJUNTORES de BAIXA TENSÃO**

O invólucro do disjuntor deverá ser de material isolante, não higroscópico e possuir resistência mecânica compatível com os esforços a que será submetido.

O invólucro deverá ser montado de tal forma que não possa ser removido sem violação do dispositivo de segurança.

Os contatos móveis dos polos de um disjuntor devem ser acoplados mecanicamente, de maneira que todos os polos, se houver, estabeleçam e interrompam substancialmente juntos, sejam operados manual ou automaticamente, mesmo se ocorrer uma sobrecarga somente em um polo protegido.

As conexões, sejam elétricas ou mecânicas, devem suportar os esforços mecânicos que ocorrem em serviço normal. As conexões elétricas devem ser projetadas de maneira tal que a pressão de contato não seja transmitida através de material isolante diferente de cerâmica, mica pura ou outro material com características equivalentes, a não ser que haja elasticidade suficiente nas partes metálicas para compensar qualquer possível deformação do material isolante.

Partes condutoras de corrente e conexões, incluindo partes destinadas aos condutores de proteção, se houverem, devem ser de liga de cobre, contendo pelo menos 58% de cobre para partes laminadas ou pelo menos 50% de cobre para outras partes.

Os parafusos utilizados quando da montagem do disjuntor durante a instalação não devem ser do tipo auto-atarraxante.

Parafusos ou porcas de fixação de bornes destinados a conexão de condutores de proteção devem ser protegidos adequadamente contra afrouxamento acidental.

Parafusos e porcas para fixação de condutores devem ter rosca métrica ISO ou uma rosca comparável em passo e resistência mecânica.

Os bornes devem ser projetados de maneira tal que fixem o condutor sem ocasionar danos indevidos.

Os bornes para condutores externos devem ser tais que os condutores possam ser conectados de maneira a assegurar que a pressão de contato necessária seja mantida permanentemente.

Os bornes devem ter resistência mecânica apropriada, de maneira que, quando os parafusos ou porcas

de fixação estiverem sendo apertados ou afrouxados, os bornes não devem mover-se das suas fixações ao disjuntor.

As manoplas dos disjuntores deverão estar disponíveis da porta de entrada do quadro permitindo a abertura e fechamento sem necessidade de abertura da mesma e contendo placas de identificação a que circuitos pertencem, com fundo preto e letras brancas, em tamanho legível a distância de 1 (um) metro.

A posição "aberta" deverá ser legível com a porta do quadro fechada na cor verde e a posição "fechada" legível com a porta do quadro fechada na cor vermelha.

**5.25. NOVO QUADRO de SERVIÇOS AUXILIARES em CORRENTE ALTERNADA**

A usina hidrelétrica PCH Eng° Pedro Affonso Junqueira (Antas I) conta com 2 (dois) Sistemas de Serviços Auxiliares em Corrente Alternada (SACA), conforme Item 5.6.1.

**5.25.1. GENERALIDADES**

Para servir como fonte de alimentação em CA para as cargas de comando, controle, proteção, medição, sinalização e alarmes dos novos cubículos de baixa e média tensão neste fornecimento, será utilizado 1 (um) disjuntor termomagnético, caixa moldada e de baixa tensão como alimentação de 1 (um) novo quadro destinado aos novos Serviços Auxiliares em Corrente Alternada (SACA).

A alimentação será proveniente do Quadro de Serviços Auxiliares de Corrente Alternada da Unidade Geradora UG-7 (QSACA-UG-7), distante 50 (cinquenta) metros da localização das novas cargas.

O Projeto Executivo deverá avaliar as novas cargas em CA para dimensionamento e impacto no Quadro de Serviço Auxiliar de Corrente Alternada da Unidade Geradora UG-7 (QSACA-UG-7).

O trajeto ser dará por eletroduto a ser instalado – fazendo parte do fornecimento – entre os quadros de serviço auxiliar de corrente alternada.

O Novo Quadro de Serviço Auxiliar de Corrente Alternada (NQSACA) será instalado na Casa de Força, piso térreo da Casa de Força que abriga as Unidades Geradoras UG-1 a UG-4.

**5.25.2. DISJUNTORES de BAIXA TENSÃO**

O Novo Quadro de Serviços Auxiliares de Corrente Alternada (NQSACA) terá 1 (um) disjuntor trifásico de entrada, termomagnético com caixa moldada.

Demais disjuntores serão definidos no Projeto Executivo de acordo com as ampacidade conforme novas cargas.

**5.25.3. MULTIMEDIDOR**

O Novo Quadro de Serviços Auxiliares de Corrente Alternada (NQSACA) deverá possuir multimedidor com leitura de grandezas elétricas:

- Tensão Fase-Fase AB
- Tensão Fase-Fase BC
- Tensão Fase-Fase CA
- Tensão Fase-Neutro AN
- Tensão Fase-Neutro BN
- Tensão Fase-Neutro CN

- Corrente Fase A
- Corrente Fase B
- Corrente Fase C
- Potência Ativa Total Instantânea

O multimedidor deverá possuir alarme sonoro e visual de disjuntor principal aberto, em caso de operação por defeito/falha.

**5.26. NOVO QUADRO de SERVIÇOS AUXILIARES em CORRENTE CONTÍNUA**

A usina hidrelétrica PCH Eng° Pedro Affonso Junqueira (Antas I) conta com 2 (dois) Sistemas de Serviços Auxiliares em Corrente Contínua (SACC), conforme Item 5.6.2.

**5.26.1. GENERALIDADES**

Para servir como fonte de alimentação em CC para as cargas de comando, controle, proteção, medição, sinalização e alarmes dos novos cubículos de baixa e média tensão neste fornecimento, será utilizado 1 (um) disjuntor termomagnético, caixa moldada e de baixa tensão como alimentação de 1 (um) novo quadro destinado aos novos Serviços Auxiliares em Corrente Contínua (NSACC).

A alimentação será proveniente do Quadro de Serviços Auxiliares de Corrente Contínua da Unidade Geradora UG-7 (QSACC-UG-7), distante 50 (cinquenta) metros da localização das novas cargas.

O Projeto Executivo deverá avaliar as novas cargas em CC para dimensionamento e impacto no Quadro de Serviço Auxiliar de Corrente Contínua da Unidade Geradora UG-7 (QSACC-UG-7).

O trajeto ser dará por eletroduto a ser instalado – fazendo parte do fornecimento – entre os quadros de serviço auxiliar de corrente alternada.

O Novo Quadro de Serviço Auxiliar de Corrente Continua (NQSACC) será instalado na Casa de Força, piso térreo da Casa de Força que abriga as Unidades Geradoras UG-1 a UG-4.

**5.26.2. DISJUNTORES de BAIXA TENSÃO**

O Novo Quadro de Serviços Auxiliares de Corrente Contínua (NQSACC) terá 1 (um) disjuntor trifásico de entrada, termomagnético com caixa moldada.

Demais disjuntores serão definidos no Projeto Executivo de acordo com as ampacidade conforme novas cargas.

**5.26.3. MULTIMEDIDOR**

O Novo Quadro de Serviços Auxiliares de Corrente Contínua (NQSACC) deverá possuir multimedidor com leitura de grandezas elétricas:

- Tensão de Entrada
- Corrente de Entrada
- Potência Total Instantânea

O multimedidor deverá possuir alarme sonoro e visual de disjuntor principal aberto, em caso de operação por defeito/falha.

**5.27. CABOS ISOLADOS**

As interligações entre a Barra 2,2 kV, 3ϕ, 60 Hz e os transformadores de força/elevador, bem como entre os transformadores de força/elevador e a Barra 13,8 kV, 3ϕ, 60 Hz serão através de cabos

isolados, constantes desse fornecimento.

**5.27.1. GENERALIDADES**

Cabo 11 Interligação Barra 2,2 kV, 3ϕ, 60 Hz ao Lado de Tensão Inferior do Transformador de Força/Elevador T1
Formação 2x240 mm²
Cobre
3,6/6 kV

Cabo 11 Interligação Cubículo PAT-T1A a Saída do Circuito
Formação 2x240 mm²
Cobre
8,7/15 kV

Cabo 21 Interligação Barra 2,2 kV, 3ϕ, 60 Hz ao Lado de Tensão Inferior do Transformador de Força/Elevador T2
Formação 2x240 mm²
Cobre

Cabo 22 Interligação Cubículo PAT-T2A a Saída do Circuito
Formação 2x240 mm²
Cobre
8,7/15 kV

Cabo 31 Interligação da Unidade Geradora UG-6 ao Lado de Tensão Inferior do Transformador de Força/Elevador T3
Formação 2x300 mm²
Cobre
0,6/1 kV

Cabo 32 Interligação do Lado de Tensão Superior do Transformador de Força/Elevador T3 ao Cubículo PAT-T3A
Formação 2x240 mm²
Cobre
3,6/6 kV

Cabo 33 Interligação do Cubículo PAT-T3A a Barra 13,8 kV, 3ϕ, 60 Hz
Formação 1x150 mm²
Cobre
8,7/15 kV

**5.27.2. CONDUTOR**

O condutor deverá ser constituído por um ou vários fios de cobre com ou sem revestimento metálico.
O condutor deve ser formado por encordoamento classe 2 e tempera mole conforme NBR NM 280.

**5.27.3. BLOQUEIO do CONDUTOR**

O condutor deve ser bloqueado longitudinalmente contra penetração de água.

Os interstícios internos entre os fios componentes do condutor devem ser preenchidos com material compatível, química e termicamente, com os componentes do cabo.

**5.27.4. BLINDAGEM do CONDUTOR**

A blindagem do condutor deve ser não metálica, constituída por uma camada extrudada de composto semicondutor, deve estar justaposta ao condutor, facilmente removível e não aderente a este.

As características físicas da blindagem devem estar de acordo com a NBR 6251.

As espessuras média e mínima da blindagem devem ser medidas conforme a NBR NM IEC 60811-1-1.

Pode ser empregado um processo óptico, como projeção de perfil ou equivalente.

**5.27.5. ISOLAÇÃO**

A isolação deve ser constituída por composto extrudado termofixo à base de copolímero ou termopolímero de etileno propileno (EPR, HEPR ou EPR 105) ou composto extrudado termofixo de polietileno reticulado (XLPE ou TR XLPE), conforme a NBR 6251.

A isolação deve ser contínua e uniforme, ao longo de todo o seu comprimento, aderente à blindagem do condutor, de modo a não permitir a existência de vazios entre a blindagem do condutor e a isolação, ao longo de todo o seu comprimento.

As espessuras média e mínima da isolação devem ser medidas conforme a NBR NM IEC 60811-1-1. Pode ser empregado um processo óptico, como projeção de perfil ou equivalente.

**5.27.6. BLINDAGEM da ISOLAÇÃO**

A blindagem da isolação deve ser composta por uma camada semicondutora formada por parte não-metálica e uma parte metálica (características físicas conforme a NBR 6251).

**5.27.7. PARTE NÃO METÁLICA**

A parte não metálica da blindagem da isolação deve ser aplicada diretamente sobre a isolação do condutor e ser constituída por uma camada extrudada de composto semicondutor.

A parte semicondutora da blindagem deve ser extrudada simultaneamente com a isolação e a blindagem do condutor em cabeça única, ou seja, em processo de coextrusão em 3 (três) camadas.

**5.27.8. PARTE METÁLICA**

A parte metálica da blindagem da isolação deve ser em cobre nu ou revestido, com resistividade máxima de 0,018312 Ω.mm²/m a 20°C, apresentar continuidade elétrica ao longo de todo o seu comprimento e ser aplicada sobre a parte semicondutora da isolação.

**5.27.9. COBERTURA**

A cobertura deverá ser constituída de material termoplástico ST2 (PVC) de cor preta, resistente à abrasão, dobra, umidade, chama e raios ultravioleta (características físicas conforme a NBR 6251).

**5.27.10. ACABAMENTO**

A superfície do cabo não deverá apresentar fissuras, rebarbas, asperezas, estrias ou inclusões. O cabo não deverá apresentar falhas no encordoamento.

A camada de material isolante deverá ser contínua, uniforme e homogênea ao longo de todo o comprimento.

**5.27.11. CONDIÇÕES de OPERAÇÃO**

A temperatura do condutor em regime permanente não deverá ultrapassar a temperatura de 90°C.

A temperatura do condutor em regime de sobrecarga não deve ultrapassar 130°C.

A operação neste regime não deve superar 100 h durante 12 meses consecutivos, nem 500 h durante a vida do cabo. Considera-se, no entanto, que sob estas condições o cabo tem sua vida útil reduzida.

A temperatura máxima para um período de 5 segundos que pode ser atingida pelo condutor sob condição de curto circuito é de 250 °C.

**5.28. RELÉS DIFERENCIAIS de TRANSFOMADORES de FORÇA/ELEVADOR**

Nos cubículos de média tensão (15 kV) dos transformadores de força/elevador, PAT-T1A, PAT-T2A e PAT-T3A, deverão ser instalados na porta frontal desses cubículos.

Os sinais de corrente serão provenientes dos transformadores de corrente dos lados de tensão inferior e superior dos transformadores de força/elevador.

As situações de estado do relé (operando, habilitado, desabilitado, atuado e bloqueado deverão ser informados no frontal do relé e no Sistema Digital de Supervisão e Controle (SDSC) do Centro de Operação da Geração (COG) da PCH Eng° Pedro Affonso Junqueira (Antas I).

O elemento diferencial deve ser sensível aos defeitos internos e indiferente aos defeitos externos.

A parametrização será feita com base nos atuais Estudos de Seletividade da PCH Eng° Pedro Affonso Junqueira (Antas I), que serão fornecidas pela DMEE.

Os relés diferenciais deverão considerar:

- Corrente de magnetização
- Correntes de inrush
- Erros dos transformadores de corrente
- Erros devido às diferenças das relações de transformação dos transformadores de corrente (erro de mismatch)
- Variação na relação de transformação do transformador de potência provocada pela comutação automática de taps
- Erros provenientes das defasagens angulares das correntes, em função das ligações delta-estrela dos transformadores
- Erros provocados por sobre-excitação do transformador
- Erros provocados pela saturação dos transformadores de corrente.

**6. ESCOPO de FORNECIMENTO**

O escopo mínimo necessário para fornecimento de serviços, materiais e equipamentos para substituição de cubículos de baixa e média tensão da PCH Eng° Pedro Affonso Junqueira (Antas I) é composto por (porém, sem se limitar a esse):

| DME energética | SUSBTITUIÇÃO DE CUBICULOS de BAIXA e MÉDIA TENSÃO da PCH ENG° PEDRO AFONSO JUNQUEIRA (ANTAS I) ITEM 6 - ESCOPO de FORNECIMENTO | | |
|---|---|---|---|
| ITEM | QUANTIDADE | UNIDADE | DESCRITIVO |
| 1 | 5 | CONJUNTO | Conjunto de Manobra Blindado, Tipo *Metal Clad*, Classe 3,6 kV, Barramento 1.600 A, Corrente Térmica Nominal 31,5 kA, Corrente Dinâmica Nominal 40 kA, Instalação Interna (IP 52 ou superior), Frequencia 60 HZ, Autossustentado, Portas de Abertura Frontal e Traseira, contendo:<br>☐ PAT-G1, PAT-G2, PAT-G3, PAT-G4 e PAT-G5<br>☐ 3 (três) transformadores de corrente<br>☐ 3 (três) transformadores de potencial<br>☐ 1 (uma) seccionadora trifásica |
| 2 | 1 | CONJUNTO | Conjunto de Manobra Blindado, Tipo *Metal Clad*, Classe 1,0 kV, Barramento 1.600 A, Corrente Térmica Nominal 31,5 kA, Corrente Dinâmica Nominal 40 kA, Instalação Interna (IP 52 ou superior), Frequencia 60 HZ, Autossustentado, Portas de Abertura Frontal e Traseira, contendo:<br>☐ PAT-G6<br>☐ 3 (três) transformadores de corrente<br>☐ 3 (três) transformadores de potencial<br>☐ 1 (uma) seccionadora trifásica |
| 3 | 2 | CONJUNTO | Conjunto de Manobra Blindado, Tipo *Metal Clad*, Classe 15 kV, Barramento 400 A, Corrente Térmica Nominal 31,5 kA, Corrente Dinâmica Nominal 40 kA, Instalação Interna (IP 52 ou superior), Frequencia 60 HZ, Autossustentado, Portas de Abertura Frontal e Traseira, contendo:<br>☐ PAT-T1A e PAT-T2A<br>☐ 3 (três) transformadores de potencial<br>☐ 1 (três) disjuntor trifásico<br>☐ 3 (três) para raios |
| 4 | 2 | CONJUNTO | Conjunto de Manobra Blindado, Tipo *Metal Clad*, Classe 3,6 kV, Barramento 1.600 A, Corrente Térmica Nominal 31,5 kA, Corrente Dinâmica Nominal 40 kA, Instalação Interna (IP 52 ou superior), Frequencia 60 HZ, Autossustentado, Portas de Abertura Frontal e Traseira, contendo:<br>☐ PAT-T1B e PAT-T2B<br>☐ 3 (três) transformadores de corrente<br>☐ 1 (uma) seccionadora trifásica |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 | 1 | CONJUNTO | Conjunto de Manobra Blindado, Tipo *Metal Clad*, Classe 15 kV, Barramento 400 A, Corrente Térmica Nominal 31,5 kA, Corrente Dinâmica Nominal 40 kA, Instalação Interna (IP 52 ou superior), Frequencia 60 HZ, Autosustentado, Portas de Abertura Frontal e Traseira, contendo:<br>☐ PAT-T3A<br>☐ 3 (três) transformadores de potencial<br>☐ 3 (três) transformadores de corrente<br>☐ 1 (um) disjuntor trifásico<br>☐ 3 (três) para raios |
| 6 | 1 | CONJUNTO | Conjunto de Manobra Blindado, Tipo *Metal Clad*, Classe 3,6 kV, Barramento 400 A, Corrente Térmica Nominal 31,5 kA, Corrente Dinâmica Nominal 40 kA, Instalação Interna (IP 52 ou superior), Frequencia 60 HZ, Autosustentado, Portas de Abertura Frontal e Traseira, contendo:<br>☐ PAT-ATE<br>☐ 3 (três) transformadores de corrente<br>☐ 1 (uma) chave fusível<br>☐ 1 (um) transformador de aterramento<br>☐ 1 (um) resistor de aterramento |
| 7 | 1 | CONJUNTO | Novo Quadro de Serviços Auxiliares de Corrente Alternada, Tensão Nominal 380/ 220 VCA, Barramento 50 A, orrente Térmica Nominal 31,5 kA, Corrente Dinâmica 40 kA, Instalação Interna (IP 52 ou superior), Frequencia 60 HZ, Autosustentado, Portas de Abertura Frontal e Traseira, contendo:<br>☐ NQSACA<br>☐ 1(um) disjuntor trifásico, caixa moldada, termomagnético<br>☐ disjuntores trifásicos<br>☐ disjuntores monofásicos |
| 8 | 1 | CONJUNTO | Novo Quadro de Serviços Auxiliares de Corrente Contínua, Tensão Nominal 125 VCC, Barramento 50 A, orrente Térmica Nominal 31,5 kA, Corrente Dinâmica 40 kA, Instalação Interna (IP 52 ou superior), Autosustentado, Portas de Abertura Frontal e Traseira, contendo:<br>☐ NQSACC<br>☐ 1(um) disjuntor bifásico, caixa moldada, termomagnético<br>☐ disjuntores monofásicos |
| 9 | 300 | METROS | Cabo Unipolar 3,6/6 kV, 240 mm², cobre<br>☐ Cabo 11 - 21 - 31 |
| 10 | 100 | METROS | Cabo Unipolar 0,6/1 kV, 300 mm², cobre<br>☐ Cabo 31 |
| 11 | 100 | METROS | Cabo Unipolar 8,7/15 kV, 150 mm², cobre<br>☐ Cabo 32 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 12 | 3 | UNIDADE | Relé de Proteção, Função 87 (Diferencial)<br>☐ Transformadores de Força/Elevador T1 - T2 - T3 |
| 13 | 1 | VERBA | Serviços de Desmontagem de Equipamentos em 18 (dezoito) Cubículos de Alvenaria no Piso Térreo |
| 14 | 1 | VERBA | Serviços de Desmontagem de Equipamentos em 12 (doze) Cubículos de Alvenaria no Piso Superior |
| 15 | 1 | VERBA | Serviços de Desmontagem de Equipamentos 1 (um) Cubículos Metálico, Área Externa |
| 16 | 1 | VERBA | Serviço de Montagem de 12 (doze) Cubículos Metálicos no Piso Térreo |
| 17 | 1 | VERBA | Obras Civis para Retirada de Paredes de Alvenaria e Retificação do Piso para Instalação de 12 (doze) Cubículo Metálicos no Piso Térreo |
| 18 | 1 | VERBA | Serviços de Testes e Comissionamento |

**6.1. UNIDADE GERADORA UG-1**

O cubículo de alvenaria destinado a Unidade Geradora UG-1 deverá desmontado, com a retirada de todos os seus componentes atuais, sendo eles

- 1 (uma) seccionadora tripolar
- 1 (um) disjuntor
- Cabos de baixa tensão
- Cabos de média tensão
- Conectores
- Terminais
- Demais eletromecânicos

Em seu lugar deverão ser instalados 1 (um) conjunto de manobra blindado denominado PAT-G1, contendo:

- 3 (três) transformadores de corrente
  - Código TC1
  - Tensão Nominal 2,3 kV
  - Número de Secundários 2 (dois)
  - Relação de Transformação 400 – 5 – 5 A
  - Classe de Exatidão (medição) 25VA0,3
  - Classe de Exatidão (proteção) 50VA1,2
  - Fator Térmico Nominal 1,2
  - Corrente Térmica Nominal 31,5 kA
  - Corrente Dinâmica Nominal 40 kA
  - Instalação interna
  - Isolamento Epóxi
- 3 (três) transformadores de potencial
  - Código TC1
  - Número de Secundários 2 (dois)

- Tensão Nominal 2,3 kV
- Relação de Transformação 2.300 – 115/√3 – 115/√3 V
- Classe de Exatidão (medição) 0,3P75
- Classe de Exatidão (proteção) 1,2P75
- Fator de Sobretensão 1,15
- Potência Térmica 400 VA
- Corrente Térmica Nominal 31,5 kA
- Corrente Dinâmica Nominal 40 kA
- Instalação interna
- Isolamento Epóxi

▪ 1 (uma) seccionadora trifásica
- Código SEC1
- Tensão Nominal 7,2 kV
- Corrente Nominal 630 A
- Acionamento manual
- Tipo faca
- Contatos Auxiliares 2 NA + 2 NF
- Corrente Térmica Nominal 31,5 kA
- Corrente Dinâmica Nominal 40 kA
- Tensão Suportável à frequência industrial, a seco
  - Entre polos e para terra 38 kVef
  - Entre contatos abertos 45 kVef
- Tensão Suportável de impulso atmosférico, onda 1,2 x 50 µs
  - Entre polos e para terra 110 kVcr
  - Entre contatos abertos 125 kVcr

**6.2. UNIDADE GERADORA UG-2**

O cubículo de alvenaria destinado a Unidade Geradora UG-2 deverá desmontado, com a retirada de todos os seus componentes atuais, sendo eles

- 1 (uma) seccionadora tripolar
- 1 (um) disjuntor
- Cabos de baixa tensão
- Cabos de média tensão
- Conectores
- Terminais
- Demais eletromecânicos

Em seu lugar deverão ser instalados 1 (um) conjunto de manobra blindado denominado PAT-G2, contendo:

- 3 (três) transformadores de corrente
  - Código: TC2
  - Tensão Nominal: 2,3 kV
  - Número de Secundários: 2 (dois)
  - Relação de Transformação: 200 – 5 – 5 A
  - Classe de Exatidão (medição): 25VA0,3
  - Classe de Exatidão (proteção): 50VA1,2
  - Fator Térmico Nominal: 1,2
  - Corrente Térmica Nominal: 31,5 kA
  - Corrente Dinâmica Nominal: 40 kA
  - Instalação: interna
  - Isolamento: Epóxi
- 3 (três) transformadores de potencial
  - Código: TP2
  - Número de Secundários: 2 (dois)
  - Tensão Nominal: 2,3 kV
  - Relação de Transformação: 2.300 – 115/√3 – 115/√3 V
  - Classe de Exatidão (medição): 0,3P75
  - Classe de Exatidão (proteção): 1,2P75
  - Fator de Sobretensão: 1,15
  - Potência Térmica: 400 VA
  - Corrente Térmica Nominal: 31,5 kA
  - Corrente Dinâmica Nominal: 40 kA
  - Instalação: interna
  - Isolamento: Epóxi
- 1 (uma) seccionadora trifásica
  - Código: SEC2
  - Tensão Nominal: 7,2 kV
  - Corrente Nominal: 630 A
  - Acionamento: manual
  - Tipo: faca
  - Contatos Auxiliares: 2 NA + 2 NF
  - Corrente Térmica Nominal: 31,5 kA
  - Corrente Dinâmica Nominal: 40 kA
  - Tensão Suportável à frequência industrial, a seco
    - Entre polos e para terra: 38 kVef
    - Entre contatos abertos: 45 kVef
  - Tensão Suportável de impulso atmosférico, onda 1,2 x 50 µs

- Entre polos e para terra 110 kVcr
- Entre contatos abertos 125 kVcr

**6.3. UNIDADE GERADORA UG-3**

O cubículo de alvenaria destinado a Unidade Geradora UG-3 deverá desmontado, com a retirada de todos os seus componentes atuais, sendo eles

- 1 (uma) seccionadora tripolar
- 1 (um) disjuntor
- Cabos de baixa tensão
- Cabos de média tensão
- Conectores
- Terminais
- Demais eletromecânicos

Em seu lugar deverão ser instalados 1 (um) conjunto de manobra blindado denominado PAT-G3, contendo:3 (três) transformadores de corrente

| | |
|---|---|
| - Código | TC3 |
| - Tensão Nominal | 2,3 kV |
| - Número de Secundários | 2 (dois) |
| - Relação de Transformação | 200 – 5 – 5 A |
| - Classe de Exatidão (medição) | 25VA0,3 |
| - Classe de Exatidão (proteção) | 50VA1,2 |
| - Fator Térmico Nominal | 1,2 |
| - Corrente Térmica Nominal | 31,5 kA |
| - Corrente Dinâmica Nominal | 40 kA |
| - Instalação | interna |
| - Isolamento | Epóxi |

- 3 (três) transformadores de potencial

| | |
|---|---|
| - Código | TP3 |
| - Número de Secundários | 2 (dois) |
| - Tensão Nominal | 2,3 kV |
| - Relação de Transformação | 2.300 – 115/√3 – 115/√3 V |
| - Classe de Exatidão (medição) | 0,3P75 |
| - Classe de Exatidão (proteção) | 1,2P75 |
| - Fator de Sobretensão | 1,15 |
| - Potência Térmica | 400 VA |
| - Corrente Térmica Nominal | 31,5 kA |
| - Corrente Dinâmica Nominal | 40 kA |
| - Instalação | interna |
| - Isolamento | Epóxi |

- 1 (uma) seccionadora trifásica
  - Código SEC3
  - Tensão Nominal 7,2 kV
  - Corrente Nominal 630 A
  - Acionamento manual
  - Tipo faca
  - Contatos Auxiliares 2 NA + 2 NF
  - Corrente Térmica Nominal 31,5 kA
  - Corrente Dinâmica Nominal 40 kA
  - Tensão Suportável à frequência industrial, a seco
    - Entre polos e para terra 38 kVef
    - Entre contatos abertos 45 kVef
  - Tensão Suportável de impulso atmosférico, onda 1,2 x 50 µs
    - Entre polos e para terra 110 kVcr
    - Entre contatos abertos 125 kVcr

**6.4. UNIDADE GERADORA UG-4**

O cubículo de alvenaria destinado a Unidade Geradora UG-4 deverá desmontado, com a retirada de todos os seus componentes atuais, sendo eles

- 1 (uma) seccionadora tripolar
- 1 (um) disjuntor
- Cabos de baixa tensão
- Cabos de média tensão
- Conectores
- Terminais
- Demais eletromecânicos

Em seu lugar deverão ser instalados 1 (um) conjunto de manobra blindado denominado PAT-G4, contendo:3 (três) transformadores de corrente:

- 3 (três) transformadores de corrente
  - Código TC4
  - Tensão Nominal 2,3 kV
  - Número de Secundários 2 (dois)
  - Relação de Transformação 500 – 5 – 5 A
  - Classe de Exatidão (medição) 25VA0,3
  - Classe de Exatidão (proteção) 50VA1,2
  - Fator Térmico Nominal 1,2
  - Corrente Térmica Nominal 31,5 kA
  - Corrente Dinâmica Nominal 40 kA
  - Instalação interna

| | |
|---|---|
| - Isolamento | Epóxi |

- 3 (três) transformadores de potencial

| | |
|---|---|
| - Código | TP4 |
| - Número de Secundários | 2 (dois) |
| - Tensão Nominal | 2,3 kV |
| - Relação de Transformação | 2.300 – 115/√3 – 115/√3 V |
| - Classe de Exatidão (medição) | 0,3P75 |
| - Classe de Exatidão (proteção) | 1,2P75 |
| - Fator de Sobretensão | 1,15 |
| - Potência Térmica | 400 VA |
| - Corrente Térmica Nominal | 31,5 kA |
| - Corrente Dinâmica Nominal | 40 kA |
| - Instalação | interna |
| - Isolamento | Epóxi |

- 1 (uma) seccionadora trifásica

| | |
|---|---|
| - Código | SEC4 |
| - Tensão Nominal | 7,2 kV |
| - Corrente Nominal | 630 A |
| - Acionamento | manual |
| - Tipo | faca |
| - Contatos Auxiliares | 2 NA + 2 NF |
| - Corrente Térmica Nominal | 31,5 kA |
| - Corrente Dinâmica Nominal | 40 kA |
| - Tensão Suportável à frequência industrial, a seco | |
| o Entre polos e para terra | 38 kVef |
| o Entre contatos abertos | 45 kVef |
| - Tensão Suportável de impulso atmosférico, onda 1,2 x 50 µs | |
| o Entre polos e para terra | 110 kVcr |
| o Entre contatos abertos | 125 kVcr |

A Unidade Geradora UG-4 possui – conectado aos terminais do gerador – 1 (um) conjunto de capacitores ligados em forma de banco trifásico, 3 x 100 kVAr, a fim de permitir regulação capacitiva nessa unidade geradora. Esse banco de capacitores deverá continuar ligado ao trecho terminais do gerador/cubículo de média tensão, devendo o FORNECEDOR prever a conexão dos cabos de média tensão aos terminais do novo conjunto de manobra blindado.

**6.5. UNIDADE GERADORA UG-5**

O cubículo de alvenaria destinado a Unidade Geradora UG-5 deverá desmontado, com a retirada de todos os seus componentes atuais, sendo eles:

- 1 (uma) seccionadora tripolar
- 1 (um) disjuntor
- Cabos de baixa tensão
- Cabos de média tensão
- Conectores
- Terminais
- Demais eletromecânicos

Em seu lugar deverão ser instalados 1 (um) conjunto de manobra blindado denominado PAT-G5, contendo:

- 3 (três) transformadores de corrente

| | |
|---|---|
| - Código | TC5 |
| - Tensão Nominal | 2,3 kV |
| - Número de Secundários | 2 (dois) |
| - Relação de Transformação | 150 – 5 – 5 A |
| - Classe de Exatidão (medição) | 25VA0,3 |
| - Classe de Exatidão (proteção) | 50VA1,2 |
| - Fator Térmico Nominal | 1,2 |
| - Corrente Térmica Nominal | 31,5 kA |
| - Corrente Dinâmica Nominal | 40 kA |
| - Instalação | interna |
| - Isolamento | Epóxi |

- 3 (três) transformadores de potencial

| | |
|---|---|
| - Código | TP5 |
| - Número de Secundários | 2 (dois) |
| - Tensão Nominal | 2,3 kV |
| - Relação de Transformação | 2.300 – 115/√3 – 115/√3 V |
| - Classe de Exatidão (medição) | 0,3P75 |
| - Classe de Exatidão (proteção) | 1,2P75 |
| - Fator de Sobretensão | 1,15 |
| - Potência Térmica | 400 VA |
| - Corrente Térmica Nominal | 31,5 kA |
| - Corrente Dinâmica Nominal | 40 kA |
| - Instalação | interna |
| - Isolamento | Epóxi |

- 1 (uma) seccionadora trifásica

| | |
|---|---|
| - Código | SEC5 |
| - Tensão Nominal | 7,2 kV |
| - Corrente Nominal | 630 A |

- Acionamento — manual
- Tipo — faca
- Contatos Auxiliares — 2 NA + 2 NF
- Corrente Térmica Nominal — 31,5 kA
- Corrente Dinâmica Nominal — 40 kA
- Tensão Suportável à frequência industrial, a seco
  - Entre polos e para terra — 38 kVef
  - Entre contatos abertos — 45 kVef
- Tensão Suportável de impulso atmosférico, onda 1,2 x 50 µs
  - Entre polos e para terra — 110 kVcr
  - Entre contatos abertos — 125 kVcr

**6.6. UNIDADE GERADORA UG-6**

O cubículo de alvenaria destinado a Unidade Geradora UG-5 deverá desmontado, com a retirada de todos os seus componentes atuais, sendo eles

- 1 (uma) seccionadora tripolar
- 1 (um) disjuntor
- Cabos de baixa tensão
- Cabos de média tensão
- Conectores
- Terminais
- Demais eletromecânicos

Em seu lugar deverão ser instalados 1 (um) conjunto de manobra blindado denominado PAT-G6, contendo:

- 3 (três) transformadores de corrente
  - Código — TC6
  - Tensão Nominal — 2,3 kV
  - Número de Secundários — 2 (dois)
  - Relação de Transformação — 1.000 – 5 – 5 A
  - Classe de Exatidão (medição) — 25VA0,3
  - Classe de Exatidão (proteção) — 50VA1,2
  - Fator Térmico Nominal — 1,2
  - Corrente Térmica Nominal — 31,5 kA
  - Corrente Dinâmica Nominal — 40 kA
  - Instalação — interna
  - Isolamento — Epóxi
- 3 (três) transformadores de potencial
  - Código — TP6
  - Número de Secundários — 2 (dois)

- Tensão Nominal 402,5 V
- Relação de Transformação 402,5 – 115/√3 – 115/√3 V
- Classe de Exatidão (medição) 0,3P75
- Classe de Exatidão (proteção) 1,2P75
- Fator de Sobretensão 1,15
- Potência Térmica 400 VA
- Corrente Térmica Nominal 31,5 kA
- Corrente Dinâmica Nominal 40 kA
- Instalação interna
- Isolamento Epóxi

▪ 1 (uma) seccionadora trifásica
- Código SEC6
- Tensão Nominal 1,0 kV
- Corrente Nominal 1.500 A
- Acionamento manual
- Tipo faca
- Contatos Auxiliares 2 NA + 2 NF
- Corrente Térmica Nominal 31,5 kA
- Corrente Dinâmica Nominal 40 kA
- Tensão Suportável à frequência industrial, a seco
  - Entre polos e para terra 38 kVef
  - Entre contatos abertos 45 kVef
- Tensão Suportável de impulso atmosférico, onda 1,2 x 50 µs
  - Entre polos e para terra 110 kVcr
  - Entre contatos abertos 125 kVcr

A Unidade Geradora UG-6 possui – conectado aos terminais do neutro do gerador – 1 (um) aterramento com 2 (dois) resistores, em paralelo, de 127 Ω, que deverão ser instalados no novo conjunto de manobra blindado, ou se caso não for possível, previsto 1 (um) conjunto de manobra blindado a ser instalado próximo a unidade geradora.

**6.7. TRANSFORMADOR de FORÇA/ELEVADOR T1 – LADO de TENSÃO SUPERIOR**

O cubículo de alvenaria destinado ao Transformador de Força/Elevador T1, deverá desmontado, com a retirada de todos os seus componentes atuais, sendo eles

- 1 (uma) seccionadora tripolar
- 1 (um) disjuntor
- Cabos de média tensão
- Conectores
- Terminais
- Demais eletromecânicos

Em seu lugar deverão ser instalados 1 (um) conjunto de manobra blindado denominado PAT-T1A, contendo:

- 3 (três) transformadores de corrente

| | |
|---|---|
| - Código | TCT1A |
| - Tensão Nominal | 13,8 kV |
| - Número de Secundários | 2 (dois) |
| - Relação de Transformação | 150 – 5 – 5 A |
| - Classe de Exatidão (medição) | 25VA0,3 |
| - Classe de Exatidão (proteção) | 50VA1,2 |
| - Fator Térmico Nominal | 1,2 |
| - Corrente Térmica Nominal | 31,5 kA |
| - Corrente Dinâmica Nominal | 40 kA |
| - Instalação | interna |
| - Isolamento | Epóxi |

- 1 (um) disjuntor trifásico

| | |
|---|---|
| - Tipo | À Vácuo |
| - Fixação | extraível |
| - Código | T1F4 |
| - Tensão Nominal | 14,2 kV |
| - Classe de Tensão | 15 kV |
| - Nível de Isolamento | 34/95-kV |
| - Corrente Nominal | 630 A |
| - Corrente Térmica Nominal | 31,5 kA |
| - Corrente Dinâmica Nominal | 40 kA |
| - Curto Circuito Assimétrico (Comp. Contínua) | 44% |
| - Fator do 1° Polo | 1,5 |
| - Capacidade de Estabelecimento | 62,5 kA |
| - Capacidade de Interrupção em Oposição de Fase | 7 kA |
| - Capacidade de Interrupção em Vazio | 50 A |
| - Tempo Nominal de Fechamento | 120 ms |
| - Tempo Nominal de Abertura | 45 ms |
| - Tempo Nominal de Interrupção | 60 ms |
| - Sequência de Operação | 0 – 0,3s – CO – 3 min – CO |
| - Circuito de Fechamento e Abertura | 125 Vcc |
| - Circuito de Alimentação do Motor | 125 Vcc |
| - Circuito de Aquecimento | 127 V-1ϕ-60Hz |

- 3 (três) para raios

| | |
|---|---|
| - Código | PR1 |

| | |
|---|---|
| - Tipo | Óxido de Zinco (ZnO) |
| - Tensão Nominal | 2,2 kV |
| - Classe de Tensão | 3,6 kV |
| - Corrente de Descarga | 10 kA |
| - Tensão Residual Máxima | 43 kV - 48 kV @ 10 kA e 1 µs |
| - Corpo | polimérico |
| - Instalação | interna |
| - Acessório | desligamento automático |
| - Aterramento | rígido |
| - Nível de Isolamento | 40/46-kV |
| - Fator de Aterramento | ≤ 1,4 |

**6.8. TRANSFORMADOR de FORÇA/ELEVADOR T2 – LADO de TENSÃO SUPERIOR**

O cubículo de alvenaria destinado ao Transformador de Força/Elevador T2 deverá desmontado, com a retirada de todos os seus componentes atuais, sendo eles

- 1 (uma) seccionadora tripolar
- 1 (um) disjuntor
- Cabos de média tensão
- Conectores
- Terminais
- Demais eletromecânicos

Em seu lugar deverão ser instalados 1 (um) conjunto de manobra blindado denominado PAT-T2A, contendo:

- 3 (três) transformadores de corrente

| | |
|---|---|
| - Código | TCT2A |
| - Tensão Nominal | 13,8 kV |
| - Número de Secundários | 2 (dois) |
| - Relação de Transformação | 150 – 5 – 5 A |
| - Classe de Exatidão (medição) | 25VA0,3 |
| - Classe de Exatidão (proteção) | 50VA1,2 |
| - Fator Térmico Nominal | 1,2 |
| - Corrente Térmica Nominal | 31,5 kA |
| - Corrente Dinâmica Nominal | 40 kA |
| - Instalação | interna |
| - Isolamento | Epóxi |

- 1 (um) disjuntor trifásico

| | |
|---|---|
| - Tipo | À Vácuo |
| - Fixação | extraível |
| - Código | T1F4 |

| | |
|---|---|
| - Tensão Nominal | 14,2 kV |
| - Classe de Tensão | 15 kV |
| - Nível de Isolamento | 34/95-kV |
| - Corrente Nominal | 630 A |
| - Corrente Térmica Nominal | 31,5 kA |
| - Corrente Dinâmica Nominal | 40 kA |
| - Curto Circuito Assimétrico (Comp. Contínua) | 44% |
| - Fator do 1° Polo | 1,5 |
| - Capacidade de Estabelecimento | 62,5 kA |
| - Capacidade de Interrupção em Oposição de Fase | 7 kA |
| - Capacidade de Interrupção em Vazio | 50 A |
| - Tempo Nominal de Fechamento | 120 ms |
| - Tempo Nominal de Abertura | 45 ms |
| - Tempo Nominal de Interrupção | 60 ms |
| - Sequência de Operação | 0 – 0,3s – CO – 3 min – CO |
| - Circuito de Fechamento e Abertura | 125 Vcc |
| - Circuito de Alimentação do Motor | 125 Vcc |
| - Circuito de Aquecimento | 127 V-1ϕ-60Hz |

- 3 (três) para raios

| | |
|---|---|
| - Código | PR2 |
| - Tipo | Óxido de Zinco (ZnO) |
| - Tensão Nominal | 2,2 kV |
| - Classe de Tensão | 3,6 kV |
| - Corrente de Descarga | 10 kA |
| - Tensão Residual Máxima | 43 kV - 48 kV @ 10 kA e 1 µs |
| - Corpo | polimérico |
| - Instalação | interna |
| - Acessório | desligamento automático |
| - Aterramento | rígido |
| - Nível de Isolamento | 40/46-kV |
| - Fator de Aterramento | ≤ 1,4 |

**6.9. TRANSFORMADOR de FORÇA/ELEVADOR T1 – LADO de TENSÃO INFERIOR**

O cubículo de alvenaria destinado ao Transformador de Força/Elevador T2 deverá desmontado, com a retirada de todos os seus componentes atuais, sendo eles

- 2 (dois) transformadores de corrente
- Cabos de média tensão
- Conectores
- Terminais

- Demais eletromecânicos

Em seu lugar deverão ser instalados 1 (um) conjunto de manobra blindado denominado PAT-T1B, contendo:

- 3 (três) transformadores de corrente
  - Código: TCT1B
  - Tensão Nominal: 13,8 kV
  - Número de Secundários: 2 (dois)
  - Relação de Transformação: 800 – 5 – 5 A
  - Classe de Exatidão (medição): 25VA0,3
  - Classe de Exatidão (proteção): 50VA1,2
  - Fator Térmico Nominal: 1,2
  - Corrente Térmica Nominal: 31,5 kA
  - Corrente Dinâmica Nominal: 40 kA
  - Instalação: interna
  - Isolamento: Epóxi
- 1 (uma) seccionadora trifásica
  - Código: SECT1
  - Tensão Nominal: 7,2 kV
  - Corrente Nominal: 1.500 A
  - Acionamento: manual
  - Tipo: faca
  - Contatos Auxiliares: 2 NA + 2 NF
  - Corrente Térmica Nominal: 31,5 kA
  - Corrente Dinâmica Nominal: 40 kA
  - Tensão Suportável à frequência industrial, a seco
    - Entre polos e para terra: 38 kVef
    - Entre contatos abertos: 45 kVef
  - Tensão Suportável de impulso atmosférico, onda 1,2 x 50 µs
    - Entre polos e para terra: 110 kVcr
    - Entre contatos abertos: 125 kVcr

**6.10. TRANSFORMADOR de FORÇA/ELEVADOR T2 – LADO de TENSÃO INFERIOR**

O cubículo de alvenaria destinado ao Transformador de Força/Elevador T2 deverá desmontado, com a retirada de todos os seus componentes atuais, sendo eles:

- 2 (dois) transformadores de corrente
- Cabos de média tensão
- Conectores
- Terminais
- Demais eletromecânicos

Em seu lugar deverão ser instalados 1 (um) conjunto de manobra blindado denominado PAT-T1B, contendo:

- 3 (três) transformadores de corrente
  - Código TCT1B
  - Tensão Nominal 13,8 kV
  - Número de Secundários 2 (dois)
  - Relação de Transformação 800 – 5 – 5 A
  - Classe de Exatidão (medição) 25VA0,3
  - Classe de Exatidão (proteção) 50VA1,2
  - Fator Térmico Nominal 1,2
  - Corrente Térmica Nominal 31,5 kA
  - Corrente Dinâmica Nominal 40 kA
  - Instalação interna
  - Isolamento Epóxi
- 1 (uma) seccionadora trifásica
  - Código SECT1
  - Tensão Nominal 7,2 kV
  - Corrente Nominal 1.500 A
  - Acionamento manual
  - Tipo faca
  - Contatos Auxiliares 2 NA + 2 NF
  - Corrente Térmica Nominal 31,5 kA
  - Corrente Dinâmica Nominal 40 kA
  - Tensão Suportável à frequência industrial, a seco
    - Entre polos e para terra 38 kVef
    - Entre contatos abertos 45 kVef
  - Tensão Suportável de impulso atmosférico, onda 1,2 x 50 µs
    - Entre polos e para terra 110 kVcr
    - Entre contatos abertos 125 kVcr

**6.11. TRANSFORMADOR de FORÇA/ELEVADOR T3 – LADO de TENSÃO SUPERIOR**

O cubículo metálico destinado ao Transformador de Força/Elevador T3 deverá desmontado, sendo eles:

- 1 (um) cubículo de manobra blindado
- Cabos de média tensão
- Conectores
- Terminais
- Demais eletromecânicos

Em seu lugar deverão ser instalados 1 (um) conjunto de manobra blindado denominado PAT-T3A, contendo:

- 3 (três) transformadores de corrente

| | |
|---|---|
| - Código | TCT3-1A |
| - Tensão Nominal | 13,8 kV |
| - Número de Secundários | 2 (dois) |
| - Relação de Transformação | 500 – 5 – 5 A |
| - Classe de Exatidão (medição) | 25VA0,3 |
| - Classe de Exatidão (proteção) | 50VA1,2 |
| - Fator Térmico Nominal | 1,2 |
| - Corrente Térmica Nominal | 31,5 kA |
| - Corrente Dinâmica Nominal | 40 kA |
| - Instalação | interna |
| - Isolamento | Epóxi |

- 3 (três) transformadores de potencial

| | |
|---|---|
| - Código | TPT3A-G |
| - Número de Secundários | 2 (dois) |
| - Tensão Nominal | 402,5 V |
| - Relação de Transformação | 8.050 – 115/√3 – 115/√3 V |
| - Classe de Exatidão (medição) | 0,3P75 |
| - Classe de Exatidão (proteção) | 1,2P75 |
| - Fator de Sobretensão | 1,15 |
| - Potência Térmica | 400 VA |
| - Corrente Térmica Nominal | 31,5 kA |
| - Corrente Dinâmica Nominal | 40 kA |
| - Instalação | interna |
| - Isolamento | Epóxi |

- 1 (um) disjuntor trifásico

| | |
|---|---|
| - Tipo | À Vácuo |
| - Fixação | extraível |
| - Código | T3F4 |
| - Tensão Nominal | 14,2 kV |
| - Classe de Tensão | 15 kV |
| - Nível de Isolamento | 34/95-kV |
| - Corrente Nominal | 630 A |
| - Corrente Térmica Nominal | 31,5 kA |
| - Corrente Dinâmica Nominal | 40 kA |
| - Curto Circuito Assimétrico (Comp. Contínua) | 44% |
| - Fator do 1° Polo | 1,5 |
| - Capacidade de Estabelecimento | 62,5 kA |

| | |
|---|---|
| - Capacidade de Interrupção em Oposição de Fase | 7 kA |
| - Capacidade de Interrupção em Vazio | 50 A |
| - Tempo Nominal de Fechamento | 120 ms |
| - Tempo Nominal de Abertura | 45 ms |
| - Tempo Nominal de Interrupção | 60 ms |
| - Sequência de Operação | 0 – 0,3s – CO – 3 min – CO |
| - Circuito de Fechamento e Abertura | 125 Vcc |
| - Circuito de Alimentação do Motor | 125 Vcc |
| - Circuito de Aquecimento | 127 V-1ϕ-60Hz |

- 3 (três) para raios

| | |
|---|---|
| - Código | PR3 |
| - Tipo | Óxido de Zinco (ZnO) |
| - Tensão Nominal | 2,2 kV |
| - Classe de Tensão | 3,6 kV |
| - Corrente de Descarga | 10 kA |
| - Tensão Residual Máxima | 43 kV - 48 kV @ 10 kA e 1 µs |
| - Corpo | polimérico |
| - Instalação | interna |
| - Acessório | desligamento automático |
| - Aterramento | rígido |
| - Nível de Isolamento | 40/46-kV |
| - Fator de Aterramento | ≤ 1,4 |

**6.12. TRANSFORMADOR de ATERRAMENTO**

O cubículo de alvenaria destinado ao Resistor de Aterramento do barramento geral de 2,2 kV deverá desmontado, com a retirada de todos os seus componentes atuais, sendo eles:

- 2 (dois) resistores de aterramento
- 3 (três) fusíveis com pinos percursores
- 1 (uma) seccionadora
- Cabos de média tensão
- Conectores
- Terminais
- Demais eletromecânicos

Em seu lugar deverão ser instalados 1 (um) conjunto de manobra blindado denominado PAT-ATE, contendo:

- 1 (uma) chave fusível tripolar

| | |
|---|---|
| - Código | CHFU |
| - Tensão Nominal | 14,2 kV |
| - Classe de Tensão | 15 kV |

- Frequência Nominal 60 Hz
- Faixa de frequência 59 a 61 Hz
- Nível de Isolamento Primário 34/95-kV
- Nível de Isolamento Primário 4 kV
- Conector de Aterramento 35 a 150 mm²
- Tipo Mola Pré Carregada
- Contatos Auxiliares 2 NA + 2 NF
- Fusíveis Limitadores
  - Tipo HH
  - Ampacidade 4 A
- Corrente Térmica Nominal 31,5 kA
- Corrente Dinâmica Nominal 40 kA
- Tensão Suportável à frequência industrial, a seco
  - Entre polos e para terra 38 kVef
  - Entre contatos abertos 45 kVef
- Tensão Suportável de impulso atmosférico, onda 1,2 x 50 µs
  - Entre polos e para terra 110 kVcr
  - Entre contatos abertos 125 kVcr

▪ 1 (um) transformador de aterramento
- Código TA
- Potência Nominal 12,7 kVA
- Conexão zigue – zague
- Tensão Nominal 2,2 kV
- Classe de Tensão 3,6 kV
- Frequência Nominal 60 Hz
- Fator de Sobrecarga 10
- Nível de Isolamento Primário 40/46-kV

▪ 1 (um) resistor de aterramento
- Tensão Nominal 2,2 kV
- Classe de Tensão 3,6 kV
- Resistência Nominal 127 Ω
- Material da Resistência ferro fundido
- Corrente de Condução 5 kA @ 10s
- Temperatura Máxima Admissível
  - Regime Contínuo 385°C
  - Até 10 minutos 460°C

- 3 (três) transformadores de corrente
  - Código TCAT
  - Tensão Nominal 2,3 kV
  - Número de Secundários 1 (UM)
  - Relação de Transformação 20 – 5 A
  - Classe de Exatidão (proteção) 50VA1,2
  - Fator Térmico Nominal 1,2
  - Corrente Térmica Nominal 31,5 kA
  - Corrente Dinâmica Nominal 40 kA
  - Instalação interna
  - Isolamento Epóxi

**6.13. NOVO QUADRO de SERVIÇOS AUXILIARES em CORRENTE ALTERNADA**

- Disjuntor Principal/Entrada
  - Tensão Nominal 380 V
  - Tensão de Impulso Suportável 2,5 kV
  - Frequência 60 Hz
  - Corrente Nominal dimensionada no Projeto Executivo
  - Tipos e faixas de corrente de atuação instantânea
    - Tipo B para correntes acima de 3,0 In até 5,0 In, inclusive
    - Tipo C para correntes acima de 5,0 In até 10 In, inclusive
    - Tipo D para correntes acima de 10 In até 50 In, inclusive
- Disjuntores de Carga
  - Tensão Nominal 380/220 V
  - Tensão de Impulso Suportável 2,5 kV
  - Frequência 60 Hz
  - Corrente Nominal dimensionada no Projeto Executivo
  - Tipos e faixas de corrente de atuação instantânea
  - Tipos e faixas de corrente de atuação instantânea
    - Tipo B para correntes acima de 3,0 In até 5,0 In, inclusive
    - Tipo C para correntes acima de 5,0 In até 10 In, inclusive
    - Tipo D para correntes acima de 10 In até 50 In, inclusive

A quantidade de disjuntores de carga será dimensionada no Projeto Executivo levando em conta as seguintes necessidades

- Cada Cubículo terá 1 (um) disjuntor para circuitos de iluminação e tomadas
- Cada Cubículo terá 1 (um) disjuntor para circuitos de aquecimento

**6.14. NOVO QUADRO de SERVIÇOS AUXILIARES em CORRENTE CONTÍNUA**

- Disjuntor Principal/Entrada
  - Tensão Nominal 125 V

- Tensão de Impulso Suportável 1,5 kV
- Corrente Nominal dimensionada no Projeto Executivo
- Tipos e faixas de corrente de atuação instantânea
  - Tipo B para correntes acima de 3,0 In até 5,0 In, inclusive
  - Tipo C para correntes acima de 5,0 In até 10 In, inclusive
  - Tipo D para correntes acima de 10 In até 50 In, inclusive

▪ Disjuntores de Carga

- Tensão Nominal 125 V
- Tensão de Impulso Suportável 1,5 kV
- Frequência 60 Hz
- Tipos e faixas de corrente de atuação instantânea
- Tipos e faixas de corrente de atuação instantânea
  - Tipo B para correntes acima de 3,0 In até 5,0 In, inclusive
  - Tipo C para correntes acima de 5,0 In até 10 In, inclusive
  - Tipo D para correntes acima de 10 In até 50 In, inclusive

A quantidade de disjuntores de carga será dimensionada no Projeto Executivo levando em conta as seguintes necessidades

- Cada Cubículo terá 1 (um) disjuntor para motor do disjuntor
- Cada Cubículo terá 1 (um) disjuntor para circuitos de comando

## 7. DOCUMENTOS TÉCNICOS

### 7.1. DESENHOS e DADOS a serem fornecidos com a PROPOSTA

Junto a proposta técnica o FORNECEDOR deverá enviar os seguintes dados e desenhos:

A. Desenho de dimensões de um equipamento semelhante ao ofertado, no qual conste:
B. Dimensões Principais (cubículos e quadro)
C. Terminais dos Cabos
D. Requisitos das Bases para Montagem (tais como peso, esforços máximos admissíveis nos terminais dos cabos e esforça em bases)
E. Catálogos Técnicos (transformadores, chaves, resistor/ transformador de aterramento e para raios)
F. Relatórios de Ensaios de Tipo dos Cubículo (arco interno, isolamento, curto circuito e afins)
G. Relatórios de Ensaios de Tipo do Disjuntor

Na proposta deve conter os relatórios de ensaios de tipo dos cubículos, com inclusão do de arco interno, e caso solicitado pela DMEE durante a análise técnica das propostas os relatórios de ensaios de tipo dos disjuntores, chaves seccionadoras e dos transformadores de instrumentos, executados em equipamento similar ao proposto, de acordo com norma pertinente.

Caso os ensaios não atendam aos requisitos das normas, ou se referem a tipos de equipamentos diverso do ofertado, estes ensaios devem ser executados às expensas do fornecedor.

**7.2. DESENHOS e Dados a serem fornecidos após a ADJUDICAÇÃO do CONTRATO**

O FORNECEDOR deverá submeter para aprovação e após aprovação enviar para arquivo os seguintes desenhos e dados:

A. Plano de Fabricação, Ensaios, Entrega, Montagem e Testes de Campo.
B. Desenhos nos quais conste, na forma definitivas vistas frontais, laterais e posterior com as dimensões e cotas.
C. Desenhos Elétricos (unifilares, trifilares, funcionais e lista de cabos).
D. Placas de identificação

**8. TRANSPORTE**

O transporte de todos os equipamentos, materiais, componentes e sistemas, sob fornecimento, até o local de instalação ficará a cargo do FORNECEDOR.

**9. SERVIÇOS de MONTAGEM**

Toda a instalação de todos os equipamentos, materiais, componentes e sistemas, sob fornecimento, ficará a cargo da empresa contratada, incluindo serviços eletromecânicos, elétricos e outros.

**10. ENSAIOS e COMISSIONAMENTOS**

**10.1. COMISSIONAMENTO em FÁBRICA**

Todos os cubículos e quadros serão comissionados em fabrica antes do seu envio para a usina, conforme Plano de Inspeção e Testes (PIT) a ser enviado pelo FORNECEDOR e aprovado pela DMEE.

**10.2. COMISSIONAMENTO em CAMPO**

O FORNECEDOR deverá apresentar Cronograma de Comissionamento em Campo (CCC), que tal como o Plano de Testes e Comissionamento (PTC), deverá ser aprovado pela DMEE, segundo o Item 10.1 anterior.

**11. GARANTIA**

O FORNECEDOR deverá garantir seus serviços, no tocante ao material e mão-de-obra empregada, por um período de 24 (vinte e quatro) meses a partir da entrega do equipamento (recebimento da Nota Fiscal) no almoxarifado, com concordância do aceite do CIM – Certificado de Inspeção de Material.

Havendo conserto em alguma peça no período de garantia, esta deverá ser renovada por mais dezoito meses a partir da data do conserto, em concordância com o aceite do CIM.

**12. OPERAÇÃO**

Após a finalização de todos os itens de Testes e Comissionamento passa a valer a etapa denominada Operação, dividida em:

- Etapa 1 Operação em Teste > Assistida OTA
- Etapa 2 Operação em Teste > Desassistida OTD
- Etapa 3 Operação Comercial OCM

**12.1. OPERAÇÃO em TESTE ASSISTIDA (OTA)**

Período contínuo e ininterrupto de 30 (trinta) dias, contados após o aceite do evento Testes e Comissionamento.

Deverá contar com a presença de pelo menos 1 (um) técnico do FORNECEDOR para realizar todos os

eventos compatíveis com a operação da PCH Eng° Pedro Affonso Junqueira (Antas I),

O técnico da FORNECEDOR passará todas as informações relacionadas a operação para técnicos/operadores da DMEE enquanto ocorrer na OTA.

A condições para OTA é conexão permanente da PCH Eng° Pedro Affonso Junqueira (Antas I), gerando ou não, durante o prazo acima descrito. A exceção se dá quando a origem da falha que gere a desconexão ocorra fora da usina ou por deliberação de área técnica da DMEE.

No caso de não atendimento dos comandos acima, o tempo da OTA é parado até que a falha seja sanada e as condições operativas sejam restabelecidas. Findado o período de OTA é emitido certificado à CONTRATADA formalizando o atendimento a essa etapa, conforme modelo a seguir.

CERTIFICADO de OPERAÇÃO em TESTE ASSISTIDA

A DME Energética S.A. (DMEE) atesta o encerramento, com sucesso, da etapa de Operação em Teste Assistida (OTA), não havendo pendências para essa etapa.

Empresa Contratada XXXXXX

Período da Operação em Teste Assistida (OTA) de _____ à _____

Poços de Caldas, XX de XX de 2026

_____

(Representante Legal DMEE)

**12.2. OPERAÇÃO em TESTE DESASSISTIDA (OTD)**

Período contínuo e ininterrupto de 30 (trinta) dias, contados após a certificação da conclusão, com sucesso, da Operação em Teste Assistida (OTA).

Mesmo sem a presença física e permanente do técnico do FORNECEDOR, esse continua responsável pela operação, dessa vez remoto, da PCH Eng° Pedro Affonso Junqueira (Antas I).

A operação da DMEE entrará em contato com o FORNECEDOR para dirimir dúvidas, apresentar questionamentos e solicitar apoio às soluções de cunho operativo da central. O FORNECEDOR, por sua vez, deve manter canais de comunicação *on line*, em horário comercial entre 07:00 h e 19:00 h para esse contato, durante dias úteis (considerando calendário oficial de Poços de Caldas – MG).

As condições para OTD são as mesmas que para OTA, sendo, conexão permanente da PCH Eng° Pedro Affonso Junqueira (Antas I), gerando ou não, durante o prazo acima descrito.

A exceção se dá quando a origem da falha que gere a desconexão ocorra fora da usina ou por deliberação de área técnica da DMEE.

No caso de não atendimento dos comandos acima, o tempo da OTA é parado até que a falha seja sanada e as condições operativas sejam restabelecidas.

Findado o período de OTD é emitido certificado ao FORNECEDOR formalizando o atendimento a essa etapa, conforme modelo a seguir.

CERTIFICADO de OPERAÇÃO em TESTE DESASSISTIDA

A DME Energética S.A. (DMEE) atesta o encerramento, com sucesso, da etapa de Operação em Teste Desassistida (OTD), não havendo pendências para essa etapa.

Empresa Contratada XXXXXX

Período da Operação em Teste Desassistida (OTD) de _____à _____

Poços de Caldas, XX de XX de 2026

_____

(Representante Legal DMEE)

**12.3. OPERAÇÃO COMERCIAL (COM)**

Se inicia após a certificação da conclusão, com sucesso, da Operação em Teste Desassistida (OTD).

É considerado o Aceite Provisório do empreendimento e é quando se inicia – efetivamente – as condições de garantia de todo o conjunto sob fornecimento, sejam materiais, equipamentos ou serviços. O Aceite Definitivo é feito após 180 (cento e oitenta) dias contado a partir da emissão da certificação da conclusão, com sucesso, do Operação Comercial (OCM).

Para emissão do Aceite Definitivo não poderá incorrer por parte do FORNECEDOR nenhuma pendência contratual, trabalhista, tributária, fiscal ou técnica relatada ao FORNECEDOR.

Após o Aceite Definitivo é considerado o fim do relacionamento contratual, ficando quites entre as partes.

CERTIFICADO de OPERAÇÃO COMERCIAL e ACEITE PROVISÓRIO

A DME Energética S.A. (DMEE) atesta o encerramento, com sucesso, da etapa de Operação Comercial, não havendo pendências para essa etapa e finalização da relação contratual com a emissão desse Aceite Definitivo.

Empresa Contratada XXXXXX

Período da Operação Comercial (OCM) de _____à _____

Poços de Caldas, XX de XX de 2026

_____

(Representante Legal DMEE)

**13. INTERFACE com SDSC EXISTENTE**

Como previsto no escopo, esse fornecimento se dá para Projeto Executivo, aquisição, fabricação, ensaios, montagem, testes, comissionamento e energização dos setores de média tensão, 2,2 e 14,4 kV, composto por cubículos blindados tipo *Metal Clad* e transformador de potência.

E esses serão conectados, no aspecto de comando, controle, medição, proteção, sinalização e alarmes ao Sistema Digital de Supervisão e Controle (SDSC) existente.

E como o objetivo é a modernização da PCH ENG° PEDRO AFFONSO JUNQUEIRA (ANTAS I), as interconexões entre os componentes de média tensão e os quadros de baixa tensão são parte desse escopo, também.

Deve-se prever – em todos os aspectos – as situações do SDSC existente e seus respectivos comando, controle, medição, proteção, sinalização e alarmes, inclusive com elaboração de Projeto Executivo e lançamento de cabos de comando em canaletas existentes.

Após celebração do contrato, a DMEE irá fornecer – para dar início aos projetos executivos – ao FORNECEDOR, Manual do sistema supervisório SEMI (Supervisório de controle da PCH ENG° PEDRO AFFONSO JUNQUEIRA (ANTAS I).

**14. ANEXOS**

Anexo A – Diagrama Unifilar PCG Eng° Pedro Affonso Junqueiras (Antas i)

Anexo B – Arranjo dos Cubículos de 0,4, 2,2 kV e 13,8 kV

Anexo C – Conexão dos Transformadores de Força/Elevador – T1 e T2

Anexo D – Arranjo Atual dos Cubículos de Baixa e Média Tensão

Anexo E – Arranjo Desejado dos Cubículos de Baixa e Média Tensão

Anexo F – Dimensões do Arranjo Atual

Anexo G – Cubículo Metálico do Transformador de Força/Elevador T3

Anexo F – Placa de Advertência de Risco Elétrico

Elaborado por _____ Data _____/abr/2025

Alexandre Afonso Postal

CREA 61.781 MG

Verificado por _____ Data _____/abr/2025

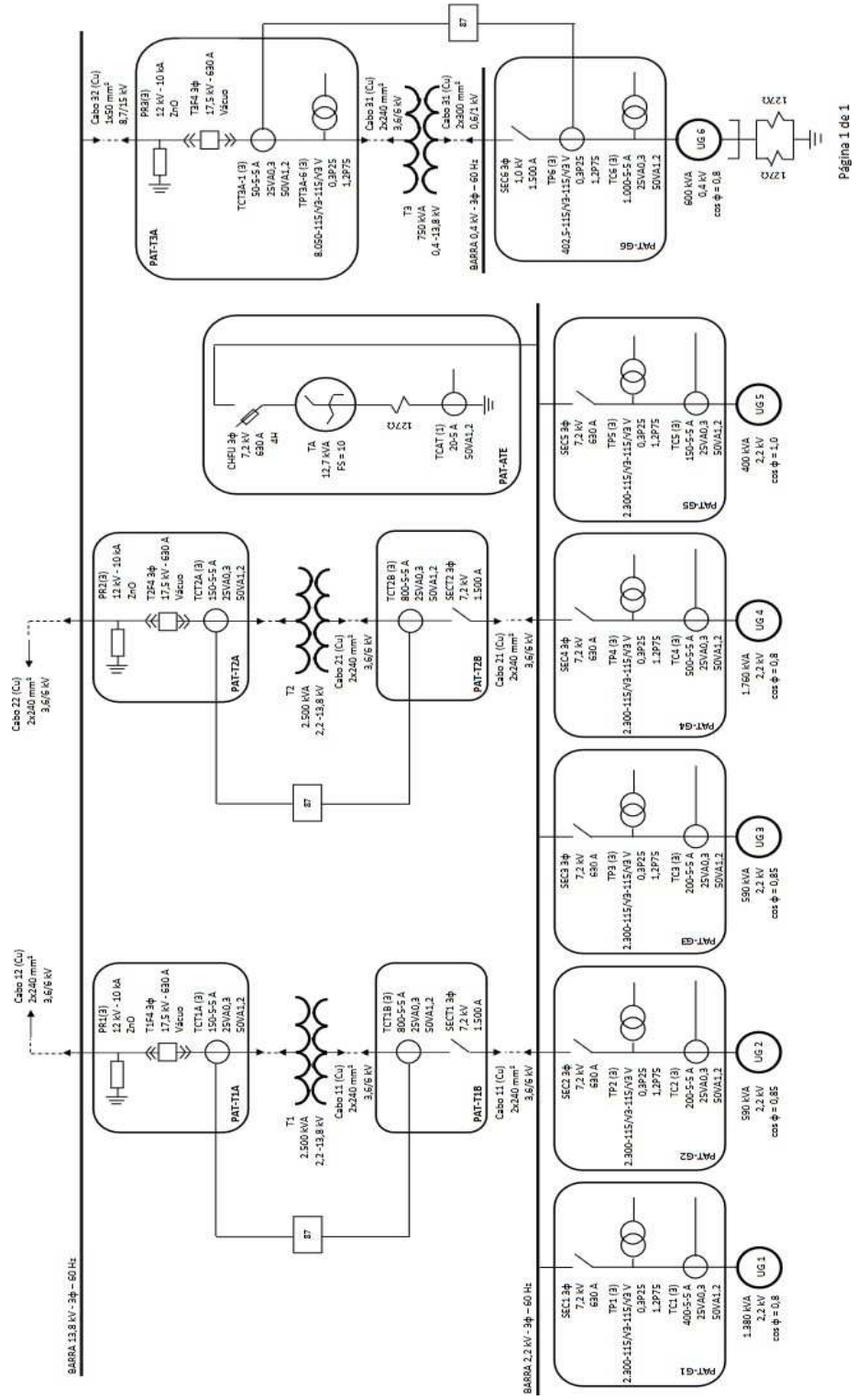
Júlio Cézar Ferreira

Aprovado por _____ Data _____/abr/2025

Marco César Castro de Oliveira

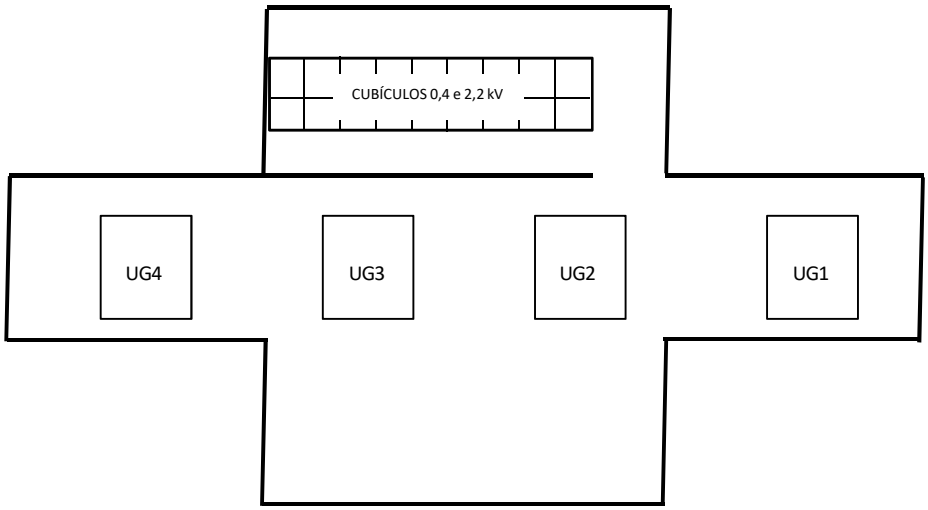
CREA 86.306 MG

## ANEXO A - DIAGRAMA UNIFILAR PCH ENG° PEDRO AFFONSO JUNQUEIRAS (ANTAS I)

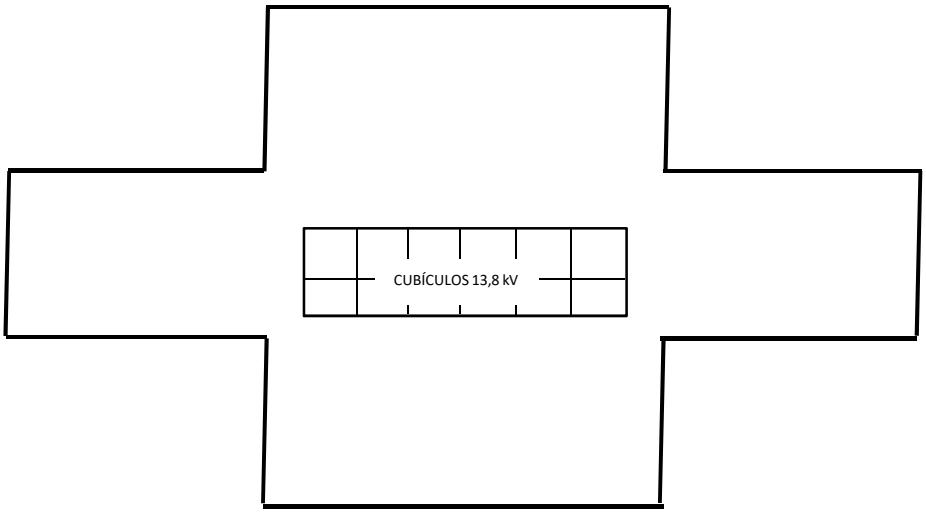


## ANEXO B - ARRANJO dos CUBÍCULOS de 0,4, 2,2 kV e 13,8 kV

### Piso Térreo Casa de força UG1-4




### *Piso Superior Casa de força UG1-4*



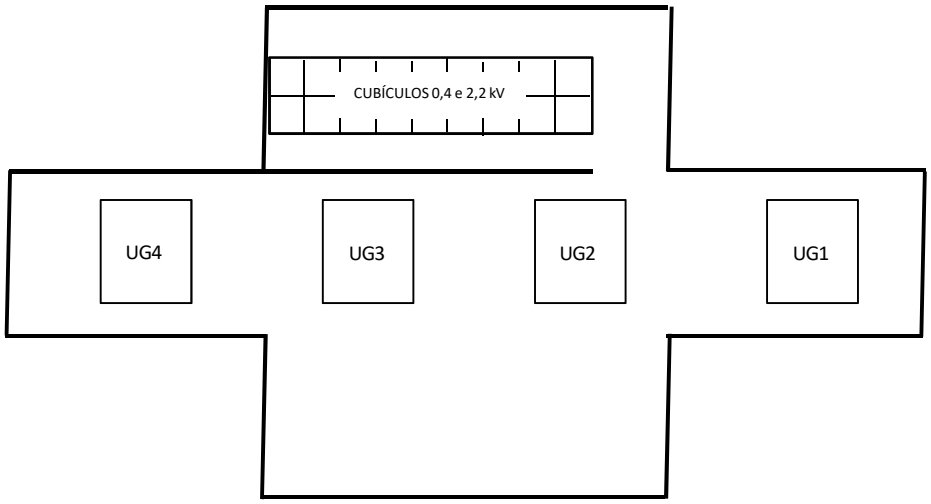
## ANEXO C - CONEXÃO dos TRANSFORMADORES de FORÇA/ELEVADOR – T1 e T2



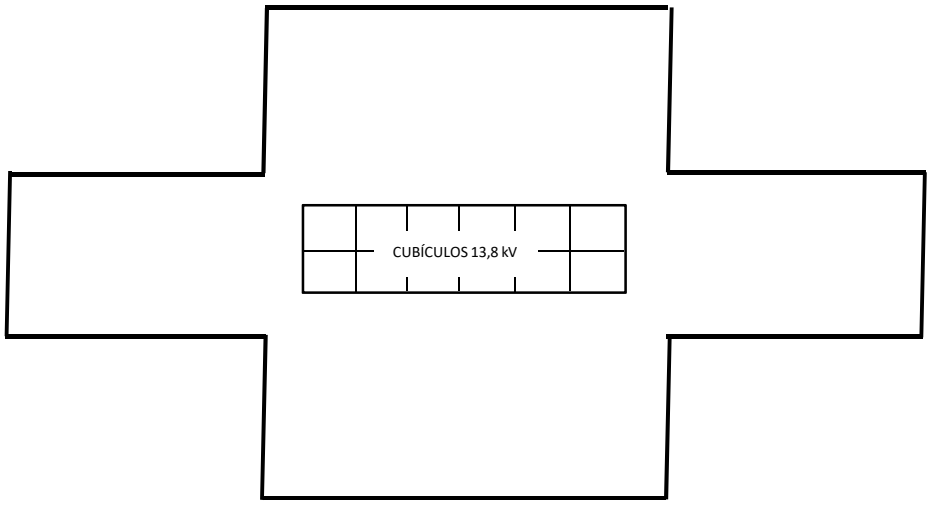


## ANEXO D – ARRANJO ATUAL dos CUBÍCULOS de BAIXA e MÉDIA TENSÃO

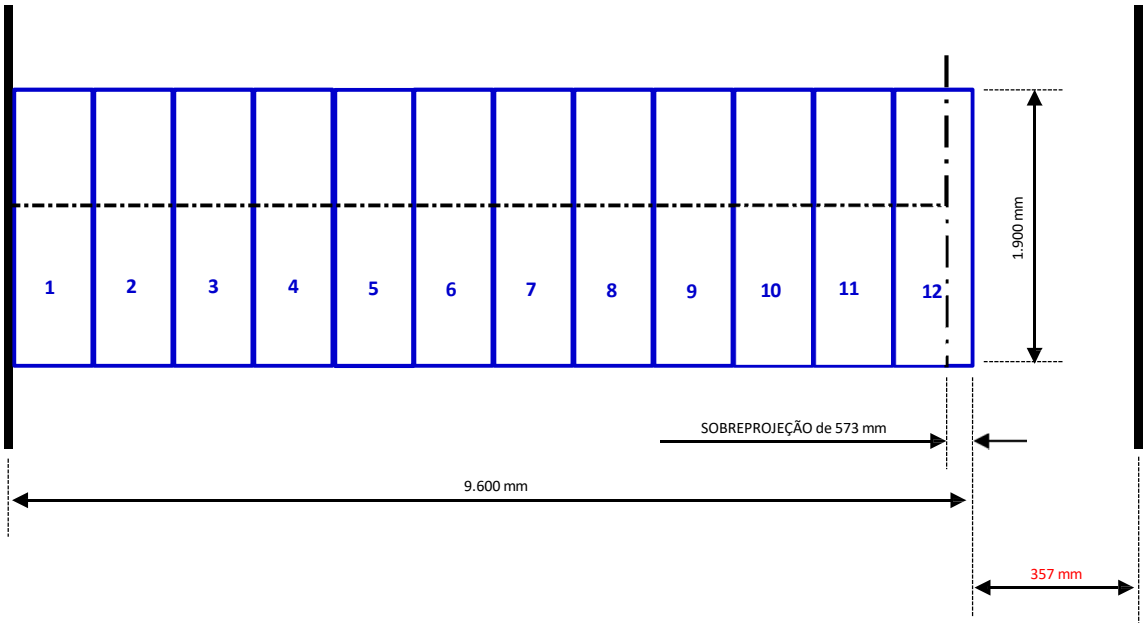
Piso Térreo – Casa de Força Unidades Geradoras UG-1 a UG-4



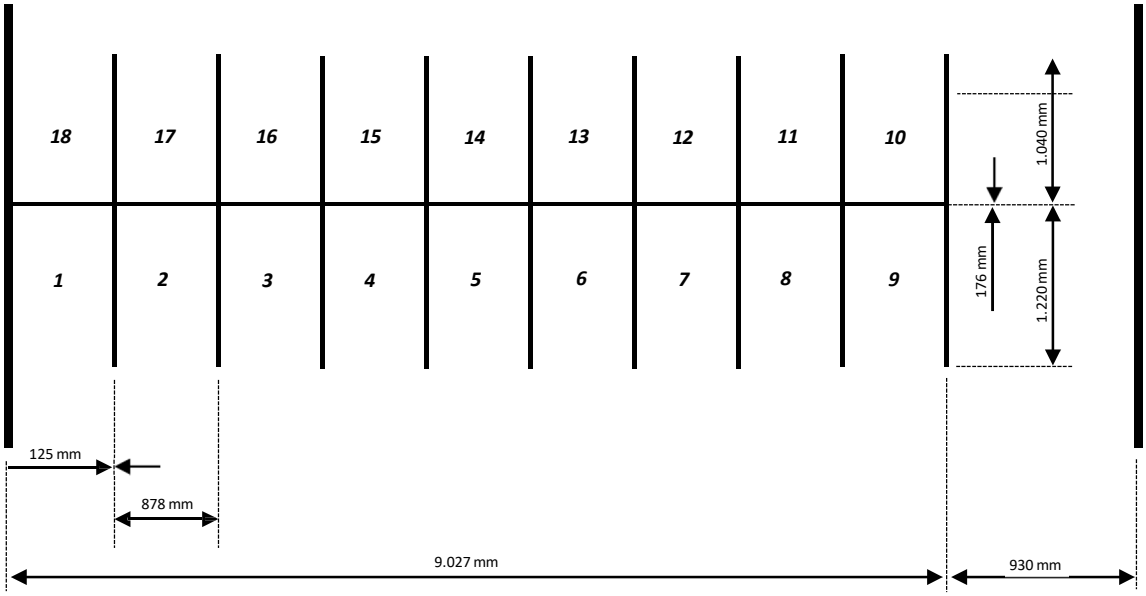

Piso Superior – Casa de Força Unidades Geradoras UG-1 a UG-4



## ANEXO E – ARRANJO DESEJADO dos CUBÍCULOS de BAIXA e MÉDIA TENSÃO



## ANEXO F – DIMENSÕES do ARRANJO ATUAL



## ANEXO G – CUBÍCULO METÁLICO do TRANSFORMADOR de ELEVADOR/FORÇA T3







## ANEXO H – PLACA de ADVERTÊNCIA de RISCO ELÉTRICO




- Faz parte integrante do Anexo IV - Termo de Referência, o(s) arquivo(s) relacionado(s) abaixo:

- **PLANTA BAIXA – Arquivos com extensão em PDF e CAD.**

CASSIANO PIRES VILAS BOAS:08310182678

Assinado de forma digital por CASSIANO PIRES VILAS BOAS:08310182678
Dados: 2025.08.13 16:14:48 -03'00'