

MEMORIAL DESCRITIVO

TRE - MT

**TRIBUNAL REGIONAL ELEITORAL DO MATO
GROSSO**

**PROJETO EXECUTIVO
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS**

I – INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

1.0 - DADOS BÁSICOS:

1.1 - Edifício: Sede do TRE-MT

1.2 – Endereço: Av. Hist. Rubens de Mendinça, nº 4.750 - Cuiabá – MT

1.3 - Autor do Projeto: Jairo França Júnior - Engº Eletricista - CREA 3384/D Go.

2.0 - DESCRIÇÃO DO PROJETO:

Projeto elaborado para a Modernização/Substituição das instalações e equipamentos da Subestação Principal e do do Grupo motor gerador. Foi considerado a instalação de uma nova subestação/entrada de energia em conformidades com as normas atuais da ABNT e da concessionária local Energisa. Essa subestação será construída de acordo com o projeto, na atual sala do gerador, com ampliação da área. Após a instalação da mesma, será desativada a subestação existente. Não haverá alteração de cargas. A subestação secundária será mantida sem alterações.

Existe um Sistema de geração de energia fotovoltaico, que será mantido, conforme foi aprovado inclusive a seletividade das proteções manterão inalteradas.

2.1 – Entrada de energia: Ramal de entrada subterrâneo, em poste existente, eletrodutos em aço zincado por imersão a quente, de acordo com normas NBR 5597, NBR 5598 ou NBR 5624, com diâmetro de $\Phi 4''$, enterrados a uma profundidade mínima de 1,20m, envelopados com concreto, de no mínimo 10cm de espessura e $fck = 15MPa$. Deverá haver duas fitas preto-amarelas, de advertência, uma a 0,20m de profundidade a partir da superfície do solo e outra a 0,20m acima do envelopamento. Cabos unipolares #35mm², EPR 105°, 15kV, até o cubículo.

2.2 – Cubículo Blindado:

2.2.1 – Especificações dos Painéis:

Os cubículos, que deverão compor o painel de média tensão, deverão satisfazer as condições exigidas das normas abaixo listadas:

- ❑ Conjunto de Manobra e Controle de Alta Tensão em Invólucro Metálico para Tensões Acima de 1kV até 52kV - IEC 62271-200 – NBR IEC 62271-200
- ❑ Chaves Seccionadoras de Alta Tensão em Corrente Alternada de 1 até 52kV - IEC 62271-103
- ❑ Graus de Proteção para Invólucros de Equipamentos Elétricos – IEC 60529 – NBR IEC 60529
- ❑ Sistemas de Indicação de Presença de Tensão - High-Voltage Prefabricated Switchgear and Controlgear Assemblies - Voltage Presence Indicating Systems – IEC 61958
- ❑ Chaves Seccionadoras e de Aterramento em Corrente Alternada - IEC 62271-102 – NBR IEC 62271-102
- ❑ Cláusulas Comuns a Equipamentos Elétricos de Manobra de Tensão Nominal Acima de 1kV - IEC 60694 – NBR IEC 60694

- Combinação Chave-Seccionadora Fusíveis de Média Tensão em Corrente Alternada - IEC 62271-105 (antiga 60265)
- Disjuntores de Alta Tensão em Corrente Alternada - IEC 62271-100 – NBR IEC 62271-100
- Fusíveis Limitadores de Corrente de Alta Tensão - IEC 60282-1 – NBR 8669
- Transformadores de Corrente - IEC 60044-1 – NBR 6856
- Transformadores de Potencial - IEC 60044-2 – NBR 6855
- Transdutores de Corrente de Baixa Potência – IEC 60044-8
- Transformadores de Força - NBR 10295
- Relés de Proteção – IEC 60255
- Compatibilidade Eletromagnética – IEC 61000
- Compatibilidade Eletromagnética para Medição e Controle de Processos Industriais - IEC 60801

Condições Ambientais

Os cubículos deverão ser instalados em locais com as seguintes condições ambientais:

- Altitude máxima em relação ao nível do mar:..... 1000 m
- Temperatura ambiente máxima anual..... 40o C
- Temperatura ambiente mínima anual..... -5o C
- Temperatura média máxima em 24 h 30o C
- Umidade relativa do ar acima de 80 %

Características Gerais

O painel deverá ser do tipo compacto, classe LSC2A-PI-IAC-AFL, conforme descrito na norma NBR IEC 62271-200, composto de células modulares, compartimentadas, em invólucro metálico, uso interno (grau de proteção IP3X), equipados com aparelhagens fixas (seccionadora) e desconectáveis (disjuntores), com saída e entrada de cabos preferencialmente pela parte inferior e com acesso totalmente frontal, através de tampas intertravadas com o circuito de força, de forma que somente com o circuito aberto e aterrado, seja possível acesso seguro aos compartimentos energizados.

Os cubículos deverão ser instalados encostados na parede. As dimensões estruturais de cada cubículo compacto, deverão seguir as seguintes dimensões padrões:

- largura dos cubículos seccionadores/seccionadores-fusíveis:..... 375 mm
- largura dos cubículos seccionadores-fusíveis com para-raios:..... 500 mm
- largura dos cubículos disjuntores: 750 mm
- altura dos cubículos (sem caixa de baixa tensão):..... 1600 mm
- altura dos cubículos (com caixa de baixa tensão): 2050 mm
- profundidade máxima dos cubículos.... 1220 mm

Os equipamentos que compõem os cubículos (seccionador, chave de terra e disjuntor) deverão ser preenchidos com gás SF₆ e selados, portanto, sem manutenção, conforme recomendação da NBR IEC 62271-200.

Para segurança do usuário o painel deverá possuir:

Além das indicações normais dos equipamentos, quanto às suas posições ligado/desligado, deverão ser providos de divisores capacitivos que indiquem a presença de tensão nas três fases através de lâmpadas de néon nos cubículos de entrada e saída.

Sinótico animado no frontal do painel, ligado diretamente no eixo da seccionadora, garantindo assim a visualização de aberto ou fechado.

Intertravamentos naturais que evitem falsas manobras e acessos inadequados ao painel, isto é, todas as tampas frontais de fechamento deverão ser providas de intertravamentos mecânicos que impeçam o acesso ao interior dos cubículos sem que antes se desligue e aterre a chave seccionadora.

As seccionadoras que compõem as células disjuntoras deverão ser providas de bloqueio mecânico impedindo a sua operação sob carga sem o desligamento do disjuntor.

A opção de intertravamentos “kirk”, permitindo uma sequência de manutenção correta.

A opção de travamentos com cadeados, que impeçam o acesso não autorizado ou manobra perigosa. Deverá ser possível travar por cadeados as chaves seccionadoras, na situação aberta e/ou aterrada.

A transição entre células deverá ser feita obrigatoriamente por barramento de cobre eletrolítico e, em nenhum caso, através de cabos ou conexões especiais do tipo “plug-in”, aumentando-se, assim, a disponibilidade do sistema.

Os cubículos deverão estar preparados para receber ligações através de terminais para cabos de força do tipo termo-contrátil compacto. Não serão aceitos terminais do tipo “plug-in”.

O painel deverá possuir resistências de aquecimento de 50 W para desumidificação, evitando-se assim o favorecimento de arcos internos e descargas parciais.

A estrutura do cubículo deverá ser constituída de chapas de aço carbono, formando um sistema rígido e de grande resistência mecânica, padronizado, modular, que garanta, dessa forma, ampliações sem a necessidade da execução de um novo projeto.

Deverão ser previstos dispositivos próprios no rodapé, para fixação dos cubículos por chumbadores rápidos.

As tampas de fechamento dos cubículos deverão ser em chapa de aço carbono. As tampas laterais deverão ser com do tipo aparafusadas.

A base para passagem de cabos deverá ser executada em chapas metálicas amagnéticas, preferencialmente de alumínio.

Os cubículos deverão ser providos de tampa de alívio de pressão interna da seccionadora, na parte traseira, garantindo assim a segurança dos operadores e pessoal de manutenção.

Para os cubículos de média tensão, com combinação chave seccionadora e fusíveis, é obrigatório a utilização de dispositivo do tipo “stricker-pin”, que garante a abertura da seccionadora a montante do circuito, quando da ocorrência de fusão de um ou mais fusíveis de média tensão, garantindo, assim, que o sistema não opere com uma ou duas fases, somente.

Os painéis deverão permitir expansão futura, em caso de aumento de cargas.

Os painéis deverão ser ensaiados para suportar o arco interno, conforme a NBR IEC 62271-200.

Tratamento e Pintura dos Cubículos

As ferragens e chapas constituintes dos cubículos deverão ser protegidas contra corrosão.

As superfícies visíveis externas sem pintura, deverão ser executadas com chapas de aço eletrozincadas.

As superfícies pintadas deverão ser limpas e fosfatizadas, e em seguida deverá ser aplicada uma camada de tinta a pó, a base de resina poliéster, na cor RAL 9003, com uma espessura mínima de 80µ.

Características Elétricas

O painel deverá atender a um sistema elétrico com as seguintes características:

- ❑ Tensão de isolamento: 15 kV
- ❑ Tensão de operação:..... 2,4 kV
- ❑ Tensão aplicada a frequência industrial 60Hz/1min (TAFI): 34 kV
- ❑ Nível básico de impulso 1,2/50microssegundos (NBI): 95 kV

- ❑ Corrente nominal do barramento horizontal: 630 A
- ❑ Corrente testada de arco interno: 12,5 kA / 1s
- ❑ Corrente simétrica de curto-circuito: 20 kA
- ❑ Frequência:..... 60 Hz
- ❑ Potência instalada consultar unifilar
- ❑ Isolação dos barramentosAr

Os barramentos deverão ser de cobre eletrolítico, com pureza de 99,9%, com cantos arredondados e deverão ser isolados a ar. Não serão aceitos cubículos totalmente isolados a gás, com barramento envoltos em SF6, garantindo assim, maior autonomia das equipes internas, em caso de manutenção do equipamento.

Os barramentos deverão ser dimensionados de modo a apresentarem uma ótima condutividade, alto grau de isolamento, dificultar ao máximo a formação de arcos elétricos, além de resistir aos esforços eletrodinâmicos resultante de curto-circuitos.

A instalação do jogo de barras deverá ser na parte superior das cubículos e a montagem das três fases deverá ser sempre paralela, evitando assim erros de montagem.

As ligações dos transformadores de corrente e de potencial deverão ser realizadas com barras isoladas, não podendo ser feitas por cabos isolados e ou uso de terminal “plug-in”.

Deverá ser prevista uma barra de aterramento de cobre nú, ao longo de cada cubículo, com um conector de terra em cada extremidade, próprio para cabo de 70 mm².

Os cubículos deverão ser fornecidos com toda a fiação de comando, entre os equipamentos e entre esses e os bornes conectores, executada e testada. Nenhuma emenda nos cabos será permitida.

A fiação deverá ser feita com cabos de cobre flexível, de diâmetros adequados a corrente, porém com seção não inferior a 1,5 mm² para circuitos de comando a tensão e não inferior a 2,5 mm² para circuitos de corrente. Os cabos deverão ter isolamento em PVC na cor preta, 70oC - 750V

Todos condutores deverão ser identificados através de anilhas brancas com caracteres numéricos, indicando sempre o número do terminal do equipamento ou do borne conector.

Todas as conexões entre equipamentos serão feitas com conectores terminais de cobre estanhado com proteção de PVC do tipo a compressão (não soldado).

Todos os cabos de comando ou força que se destinam a interligação com equipamentos externos ao painel, serão reagrupados em barras de bornes terminais devidamente numeradas de forma sequencial (sempre que possível com o mesmo número do cabo).

As interligações internas ou externas dos TCs e TPs com os instrumentos deverão ser feitos com bornes específicos para esta finalidade, tipo blocos de aferição.

Os bornes conectores deverão ser de material termorrígido, com características de alta resistência mecânica e alta rigidez dielétrica. Deverá apresentar também grande estabilidade térmica e propriedades antichamas.

As réguas dos bornes deverão ser instaladas no compartimento de baixa tensão ou compartimento frontal do cubículo. Não será permitida a conexão de mais de dois cabos por terminal do borne ou do equipamento.

Proteção contra queimaduras por arco elétrico

Teoria

O arco elétrico é um fenômeno inerente aos sistemas elétricos. As falhas elétricas, ou curto-circuito, com formação de arco, liberam uma enorme quantidade de calor e podem aparecer em consequência de mau contato, depreciação da isolação, defeito de fabricação ou mau dimensionamento, projeto e manutenção inadequada, contatos acidentais ou inadvertidos de ferramentas etc.

Numa eventualidade de uma pessoa estar presente durante a ocorrência do arco sem o equipamento de proteção adequado, o calor poderá provocar a queima da roupa e ferir gravemente, podendo levar a morte por queimadura. Dessa forma, é necessário quantificar a energia liberada pelo arco, para que seja possível tomar medidas eficientes para a proteção do trabalhador.

Normas e motivo

As normas técnicas internacionais e brasileiras prescrevem que os equipamentos elétricos devem ser dimensionados e construídos para suportar esforços mecânicos e térmicos em casos de curto circuito. No caso de equipamentos resistentes ao arco todo o material da combustão deve ser direcionado de tal forma a não atingir o trabalhador. Dessa maneira contribuindo para redução dos riscos aos quais o trabalhador estará sujeito.

Por este motivo, são feitos os estudos da análise de riscos provenientes do calor para a escolha adequada dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI) para proteção do trabalhador contra queimaduras.

Norma regulamentadora nº. 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade.

Item 10.2.9.2 - “As vestimentas de trabalho devem ser adequadas às atividades, devendo contemplar a condutibilidade, inflamabilidade e influências eletromagnéticas.”

Item 10.10 - “nas instalações e serviços em eletricidade deve ser adotada sinalização adequada de segurança, destinada à advertência e à identificação, obedecendo ao disposto na NR-26 - sinalização de segurança, de forma a atender, dentre outras, as situações a seguir:

- c) Restrições e impedimentos de acesso;
- d) Delimitações de áreas;”

NFPA 70E - Standard for Electrical Safety In the Workplace

Artigo 130.1 – “Justification for Work” (Working on or Near live parts) - Define quais são os requisitos necessários para permissão de trabalho em, ou, próximo a condutores energizados.

Entre estes requisitos, são citados os seguintes:

- (3) “A description of the safe work practices to be employed”;
- (6) “Results of the flash hazard analysis”;
- (7) “The Flash Protection Boundary”;
- (8) “The necessary personal protective equipment to safely perform the assigned task”.

“Model for incident energy calculations” - Modelo de cálculo para energia incidente na norma IEEE 1584/2002.

Modelo de cálculo derivado de análises estatísticas de ensaios e testes que tentam reproduzir uma situação real de arco elétrico.

Condições para realização dos ensaios e testes:

- Tensão entre 208 e 15.000 V – trifásico;
- Frequência de 50 Hz e 60 Hz;
- Corrente de curto circuito sólido entre 700 A e 106.000 A;
- Aterramento de sistema sólido e isolado com e sem resistência;
- Arco dentro do invólucro de equipamentos e em locais abertos;
- Espaçamento entre condutores entre 13 mm e 152 mm;
- Curtos circuitos trifásicos.

Os cálculos devem ser realizados com base na NFPA 70E item 5.

Principais Componentes

Disjuntores de Média Tensão

O disjuntor deverá ser construído de acordo a NBR IEC 62271-100.

O disjuntor deverá ser tripolar com isolamento e interrupção a gás SF₆, do tipo selado à vida, atendendo as especificações da norma IEC 62271-100, devendo atender à expectativa de 10.000 operações elétricas à corrente nominal, sem manutenção nos polos.

O disjuntor deverá ser instalado em compartimento isolado a ar, permitindo manutenção sem a perda da segurança e das propriedades dielétricas e de isolamento do painel.

O disjuntor deverá ser para uso interno, montagem desconectável (fixo sobre chassis com rodas). Não será aceito disjuntor de execução totalmente fixo.

O acionamento deverá ser por mola rearmáveis por motor e manualmente. O comando deverá ser local e a alavanca de carregamento das molas não deve sair do disjuntor.

Características do Disjuntor:

- Tensão nominal: 15 kV
- Tensão de operação: 2,4 kV
- Corrente nominal a 40°C: 630 A
- Tensão aplicada a frequência industrial 60Hz/1min (TAFI): 34 kV
- Nível básico de impulso 1,2/50microsegundos (NBI): 95 kV
- Frequência nominal: 60 Hz
- Tempo de abertura: 50 à 70 ms (+/- 3 ms)
- Tempo de interrupção: 65 à 85 ms (+/- 3 ms)
- Tempo máximo de fechamento: 60 à 90 ms
- Corrente de interrupção simétrica a 15kV: 20 kA
- Corrente de estabelecimento: 50 kA
- Motorização consultar unifilar
- Isolação dos polos: gás SF₆

Seccionadora de Média Tensão

A seccionadora deverá ser tripolar com isolamento a gás SF₆, do tipo selado para vida, a baixa pressão, atendendo as especificações da norma IEC 62271-102, devendo atender à expectativa de 1.000 operações mecânicas ou 100 operações elétricas à corrente de nominal.

A seccionadora deverá ser para uso interno, montagem fixa, três posições (ligado-desligado e aterrado), sendo impossível passar diretamente à condição de seccionadora “fechada” para seccionadora “aterrado” e vice-versa.

Os comandos das seccionadoras deverão seguir o conceito de engraxados a toda vida, isto é, sem necessidade de manutenção, e deverão ter a possibilidade de serem motorizados.

- Tensão nominal: 15 kV
- Tensão de operação: 2,4 kV
- Corrente nominal a 40°C: 630 A
- Tensão aplicada a frequência industrial 60Hz/1min (TAFI):..... 34 kV
- Nível básico de impulso 1,2/50microsegundos (NBI): 95 kV
- Frequência nominal: 60 Hz
- Isolação: gás SF6
- Motorização: consultar unifilar

Transformadores de Potencial

Os transformadores de potencial deverão estar de acordo com a NBR 6855 ou IEC 60044-2.

Os TP's deverão ser do tipo seco encapsulado em resina epóxi, próprio para instalação interna e com as seguintes características elétricas:

- Tensão nominal: 15 kV
- Tensão Primária: 2,4 kV
- Tensão Secundária Nominal: a confirmar
- Tensão aplicada a frequência industrial 60Hz/1min (TAFI):..... 34 kV
- Nível básico de impulso 1,2/50microsegundos (NBI): 95 kV
- Frequência nominal: 60 Hz
- Classe de exatidão : 0,5% - 50 VA
- Potência térmica: 500 VA
- Grupo de ligação: 2

Transformadores de Corrente

Os transformadores de corrente deverão estar de acordo com a NBR 6856 ou IEC 60044-1. Deverão ser a seco, encapsulados em resina epóxi, para instalação interna, com as seguintes características elétricas:

- Classe de tensão: 15 kV
- Tensão aplicada a frequência industrial 60Hz/1min (TAFI):..... 34 kV
- Nível básico de impulso 1,2/50microsegundos (NBI): 95 kV

- Frequência: 60 Hz
- Corrente primária nominal :..... consultar unifilar
- Fator térmico nominal: 1,2 In
- Corrente secundária nominal: 5 A
- Classe de exatidão: a confirmar
- Potência de exatidão: a confirmar

Relés de Proteção Multifunção

Como as unidades de proteção são instaladas próximas a acionamentos de potência, estando sujeitas a interferências, choques, vibrações e transitórios de origem elétrica, elas deverão atender as mais severas normas técnicas que garantam seu perfeito funcionamento. Assim, deverão estar em conformidade com as seguintes normas:

- 60255-5: Suportabilidade às ondas de choque: 5 kV
- 60255-22-1: Onda oscilatória amortecida 1 MHz: Classe III
- 60255-22-4: Transientes rápidos: Classe IV
- 61000-4-3: Irradiações eletromagnéticas: Classe III
- 60529: Grau de proteção - IP 52 no painel frontal
- 60255-21-1,2,3: Vibrações, choques, suportabilidade sísmica: classe II

O conjunto de proteção, inclusive sua IHM (interface homem-máquina) deverá operar dentro do seguinte intervalo de temperaturas: -25°C e +70°C.

Os relés deverão possuir certificação UL, CSA, ISO9001 e ISO14000 em suas últimas versões.

A alimentação auxiliar do relé deverá estar compreendida na faixa de 24 a 250Vcc e 110 a 240Vac sem a necessidade de inserção ou troca de acessórios.

O equipamento de proteção deverá permitir que os transformadores de corrente (TCs) sejam curto circuitados automaticamente no momento de substituição do relé ou quando se realizar algum ensaio nos TC's ou relé.

Os relés auxiliares inseridos no circuito de comando dos equipamentos de interrupção deverão ter capacidade de conduzir continuamente 8A. Além disto, deverão suportar 30A durante 200ms para 2000 operações, em conformidade com a norma C37.90 cláusula 6.7.

Com relação à segurança de operação, o relé de proteção deverá possuir função de autossupervisão, que indique defeitos internos, tanto de hardware quanto de software, através de um contato de saída permitindo que o operador possa identificar o defeito e, assim, possa manter a integridade e operacionalidade do sistema de proteção.

Ainda com relação à segurança, o relé deverá sinalizar no frontal do equipamento, através de LED e/ou mensagem de texto, a falha interna detectada, inibindo os comandos de saída.

A unidade de proteção e controle deverá ser compacta e de fácil instalação, otimizando os custos de instalação com os seguintes requisitos:

- Profundidade de no máximo 100 mm, já com todos os acessórios instalados.
- Corpo de policarbonato ou de material isolante que apresente alta resistência mecânica.
- Bornes correspondentes as entradas de corrente e tensão deverão ser desconectáveis, possibilitando uma fácil substituição em caso de troca, reparo ou manutenção.
- Relé deverá permitir que todos os ajustes e a instalação de eventuais módulos opcionais sejam feitos com o equipamento em funcionamento.

As unidades de proteção e controle deverão executar funções de proteção em conformidade com a American National Standards Institute (ANSI). Para o presente projeto, as seguintes proteções deverão ser providas pelos relés, conforme tabela abaixo:

Função ANSI	Descrição
50/51	Sobrecorrente instantânea e temporizada de fase, respectivamente;
50/51N	Sobrecorrente instantânea e temporizada de neutro, respectivamente;
27	Subtensão fase/fase e fase/neutro;
86	Bloqueio/reset/reconhecimento;
50BF	Falha de disjuntor;
59	Sobretensão fase/fase e fase/neutro

As proteções de sobrecorrente de fase e neutro deverão permitir no mínimo o ajuste dos seguintes parâmetros:

- Corrente de disparo ou pick-up levando em conta a máxima corrente de carga admissível que passa pelo circuito a ser protegido, com ajustes que deverão corresponder aos valores reais das correntes no primário dos transformadores de corrente (TCs).
- Deverá permitir ajuste de curvas normal inversa, muito inversa, extremamente inversa e tempo definido em conformidade com as normas ANSI, IEEE e IEC.
- O Dial de tempo da curva ou tempo de operação equivalente deverá ser de 10 vezes a corrente de pick up.

Visando evitar falsas operações da unidade de terra devido as correntes de magnetização, decorrentes da energização dos transformadores de potência, os relés deverão possuir a proteção 51N com restrição da componente de segunda harmônica.

Os relés deverão contemplar pelo menos dois grupos de ajuste de tal forma que seja possível comutar de um grupo para o outro no momento em que ocorrer um aumento considerável de carga no sistema. Tal mudança poderá ser executada localmente ou remotamente via um sistema de supervisão e controle.

Os relés deverão sinalizar em sua face frontal a mensagem da respectiva função de proteção que ocasionou o disparo do disjuntor, com a respectiva indicação de data e hora da ocorrência do evento.

As unidades de proteção e controle deverão possuir a capacidade de medir as seguintes grandezas:

- Valores eficazes True RMS, das três correntes de fase;
- Corrente residual;
- Medição da corrente média e máxima que circulam nos condutores do alimentador;
- Medição de correntes de disparo em cada fase;
- Medições complementares, como o valor do desequilíbrio decorrente da corrente de sequência negativa, tempo de operação do relé, dentre outras.
- Medições das tensões de fase e de linha (quando o relé dispuser de entradas de corrente e de tensão);
- Medições de frequência, potência, energia e frequência (quando o relé dispuser de entradas de corrente e de tensão).

Opcionalmente, o relé deverá permitir a disponibilidade das medições, através de uma saída analógica convencional de 4 a 20mA. Se houver necessidade de instalação de módulo adicional, para acrescer essa função, o mesmo deverá permitir a instalação a quente no relé, sem que a unidade de proteção seja substituída e/ou fique temporariamente fora de operação.

A unidade de proteção e controle deverá possuir display frontal, com possibilidade de instalá-lo remotamente. Tais displays deverão permitir a leitura de grandezas elétricas, as mensagens de operação, de “trip” e as mensagens de manutenção.

As mensagens indicadas, avisos e/ou alarmes deverão ser disponibilizadas na língua Portuguesa (Brasil), devendo possuir no mínimo duas linhas de texto.

Sinalizações de alarmes e status do disjuntor deverão ser disponibilizados através de LEDs que poderão ser configurados de forma simples, rápida e eficaz.

As unidades de proteção e controle deverão permitir o ajuste frontal dos ajustes de proteção, através do display/IHM. Deverá ainda ser provido de senha, de tal forma que apenas pessoas tecnicamente habilitadas possam manusear estas funções do equipamento.

Além do controle de acesso aos ajustes através de senhas, a unidade de proteção deverá permitir, opcionalmente, no painel frontal, a instalação de lacre de segurança, com o objetivo de impedir o acesso ao respectivo botão de entrada das senhas e a conexão do relé a porta de comunicação frontal RS232. Tal lacre visa evidenciar se houve tentativa de alterar os ajustes do relé.

A unidade de proteção deverá possuir no mínimo 4 saídas digitais a relé, podendo ser expandida através módulos de expansão. A instalação de módulos adicionais, quando solicitado, visa permitir:

- ❑ Comandar a abertura e o fechamento do disjuntor de forma automática utilizando a bobina de abertura e fechamento;
- ❑ Enviar ordens de disparo para o disjuntor com sinal proveniente de outro relé secundário e de menor capacidade, via entrada digital (Trip externo);
- ❑ Realizar a supervisão do circuito de trip, permitindo que o operador tome as ações corretivas com antecedência, caso haja algum defeito no circuito de comando associado ao disparo do disjuntor, tais como fio rompido ou bobina queimada;
- ❑ Indicar se a mola do disjuntor está carregada, bem como o respectivo tempo de carregamento do motor associado.

A unidade de proteção e controle deverá possuir a função de oscilografia incorporada, armazenando as formas de onda das grandezas elétricas de proteção do relé.

Os relés deverão permitir o ajuste do número de ciclos que deverão ser oscilografados antes da falta, bem como a duração total do registro.

Os arquivos de oscilografia deverão ser gerados em formato .DAT. O relé deverá ser fornecido com software que permita a visualização dos arquivos.

A unidade de proteção deverá registrar os eventos datados com precisão de no mínimo 1 ms.

As unidades de proteção e controle deverão permitir a instalação de módulos de comunicação adicionais. A instalação poderá ser feita, mesmo com o relé em operação. Abaixo está especificado o meio de comunicação e protocolo para esse projeto:

Escolha	Meio de comunicação	Tipo de Protocolo
X	Comunicação RS485 – 2 fios	Protocolo Modbus

O tempo de resposta da rede, a um comando deverá ser inferior a 15 ms (tempo entre o comando de envio à unidade e seu reconhecimento).

Além da comunicação RS232 na parte traseira do relé, vindo de fábrica, o relé deverá possuir também uma porta frontal padrão, também RS232, para permitir a parametrização e leitura dos ajustes e medições através de um PC.

A unidade de proteção e de controle deverá permitir que as medições, as leituras dos ajustes, os dados de registro de distúrbios oscilográficos e os ajustes remotos das proteções sejam obtidos e/ou executados, via uma rede de engenharia (E-LAN) ou através de um sistema de supervisão e controle (S-LAN).

O relé deverá permitir comandos à distância, efetuados de dois modos: a) Modo direto ou b) Modo “SBO” (select before operate).

As unidades de proteção e controle deverão ser fornecidas com kit de configuração contendo os cabos de comunicação e softwares necessários à parametrização e aquisição de oscilografias.

O software de parametrização dos relés deverá conter sistema de auto ajuda, organizado em tópicos no idioma português (Brasil), ilustrando a introdução dos parâmetros de configuração de forma intuitiva, simples e direta, além de possibilitar o envio e recebimento dos parâmetros de configuração entre PC-Relé e Relé-PC.

Após a inserção dos dados de configuração no software de parametrização, este deverá permitir a organização automática de todas as informações em um único relatório de forma sistemática, estruturada através de tópicos, que permita a impressão das mesmas para backup em papel.

O software de parametrização deverá permitir:

- Executar a leitura de todas as medições, dados de operação e mensagens de alarmes;
- Executar a leitura dos diagnósticos do disjuntor tais como: kA2 acumulados, contadores de operações e outras informações;
- Informar o estado lógico das entradas e saídas digitais, e dos LEDs de sinalização;
- Informar os resultados do autocheck interno bem como dos módulos externos on-line e apresentar em caso de defeito, a causa ou diagnóstico da falha;
- Visualizar os alarmes e históricos bem como o executar o RESET dos mesmos;
- Realizar o download dos arquivos de oscilografia e possibilitar o disparo de um novo registro oscilográfico pelo usuário;
- Gerenciar (parametrizar, comandar e ler) os equipamentos instalados em uma rede de engenharia E-LAN;
- Verificar e corrigir eventuais erros de parametrização de módulos opcionais, tomando as devidas ações corretivas de maneira rápida, segura e eficaz.

O software deverá permitir a execução em plataforma, Windows 10, 7, 2000 ou XP.

Tratando-se de um equipamento de proteção de redes elétricas, o relé é um elemento fundamental para o perfeito funcionamento do sistema elétrico, assim, o fabricante do relé deverá prover a garantia de pelo menos 10 anos contra defeitos de fabricação.

Para-raios

Os para-raios deverão ser de óxido de zinco para instalação interna com as seguintes características elétricas:

- Tensão nominal..... 15 kV
- Tensão de ruptura 13.8 kV
- Corrente nominal de descarga 10 KA

Conectividade

Os painéis deverão oferecer como uma de suas funcionalidades a conectividade. Esta tem o objetivo de oferecer maior visibilidade sobre as condições operacionais e de manutenção, bem como a capacidade de controle para tomada de decisões, assim garantindo maior continuidade de serviço e eficiência operacional, transformando os dados operacionais em planos prospectivos e acionáveis.

Um sistema de monitoramento deverá estar embarcado nos painéis - o qual denominamos de “Sistema de Monitoramento da Subestação – SMD”.

Sistema de monitoramento da subestação (SMD)

O sistema de monitoramento da subestação deverá ser responsável por concentrar todos os sinais de alarmes disponíveis na subestação utilizando entradas digitais, como por exemplo o fusível queimado, temperatura do transformador ou informações provenientes dos relés e sensores. Os alarmes configurados deverão ser apresentados localmente em uma IHM ou enviados remotamente através de porta de comunicação disponível.

O SMD deverá estar preparado para monitoramento local e/ou remoto.

O monitoramento local deverá incluir:

- Representação do diagrama unifilar com valores de temperatura e eventos de alarme diretamente no display. Através de uma IHM instalada no frontal do painel de comando (caixa de baixa tensão), deverá ser possível monitorar as condições da instalação de forma rápida e intuitiva;

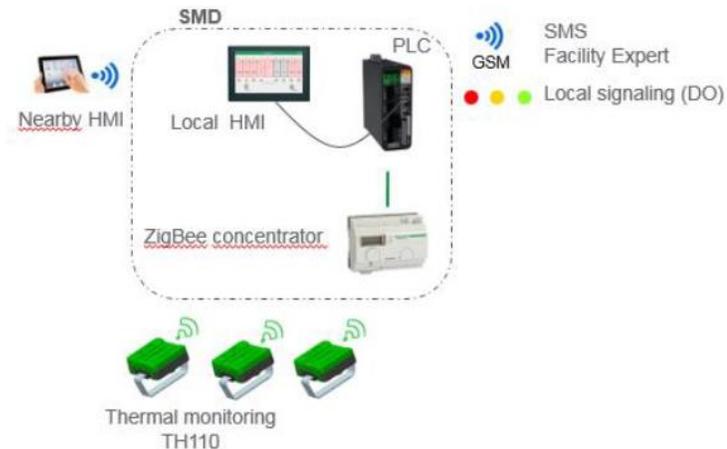
- ❑ Informação global sobre o estado da subestação disponível através de saídas à relé. Ele deverá ser usado para sinalização através de indicadores luminosos (verde, amarelo e vermelho) ou ainda coletada a informação para uso em sistemas externos.

O Monitoramento remoto poderá ser utilizado para as seguintes funcionalidades e conexões:

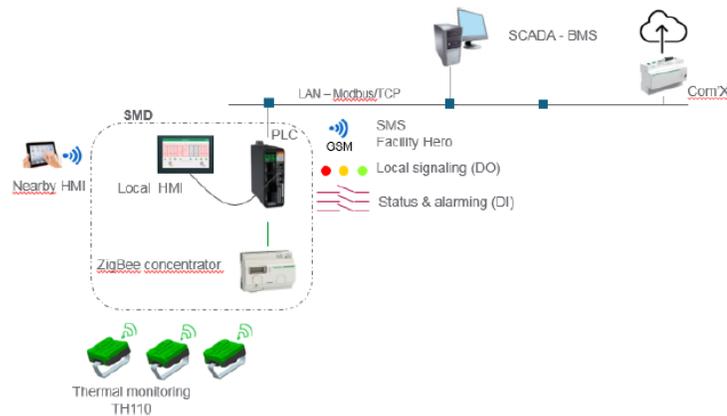
- ❑ Envio de SMS em caso de pré-alarmes / alarmes;
- ❑ Conexão com sistemas SCADA remoto, BMS ou com a plataforma de serviços de nuvem, através de conexão TCP/IP ou Modbus.

De acordo com as seguintes arquiteturas:

Versão Local – Monitoramento remoto através de SMS / App ou na IHM instalada no painel.



Versão Connected – Monitoramento remoto através de SCADA / Plataforma de serviços BMS / Nuvem



O Sistema de Monitoramento da Subestação deverá possuir uma conexão opcional através de dispositivos móveis (tablets ou smartphones), que permitam ao operador monitorar a temperatura do sistema, de forma remota (até 10 metros) do painel.

Deverá ser possível estabelecer uma comunicação remota, que inclui envio de alarmes e status da subestação através de mensagens de texto para um dispositivo móvel (celular).

Deverão ser previstos as seguintes funções de monitoramento:

Monitoramento térmico das conexões

Deverá ser feito através de sensores térmicos instalados sem fios e sem baterias. Os mesmos deverão ser alimentados diretamente pela corrente que circula no painel. Deverão ser capazes de detectar más conexões e evitar danos devido a sobreaquecimentos, transmitindo continuamente a temperatura para o SMD que analisará os valores e apresentará o estado da temperatura em regime 24/7.

Os sensores deverão utilizar o protocolo de comunicação ZigBee e deverão ser instalados diretamente no ponto de conexão do cabo através de uma fita ferromagnética.

Deverá operar em um range de -25°C a 125°C e com precisão de $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

Como parâmetros de configuração, deverá permitir estabelecer 2 ajustes (pré-alarme e alarme), dependendo das características do cubículo do painel.

O sistema deverá ter algoritmos que permitam identificar uma condição anormal, antes da ocorrência de falhas proporcionando ao sistema uma excelente capacidade preditiva.

Monitoramento do Disjuntor

A informação disponível no relé de proteção deverá ser analisada por meio do SMD para fornecer informações sobre a condição do disjuntor e também mecanismo associado.

O monitoramento da vida útil do disjuntor (abertura, fechamento, carregamento de molas, o circuito auxiliar), análise de durabilidade do mecanismo (número de operações comparado a vida útil esperada) e análise da durabilidade elétrica dos contatos principais do disjuntor (corrente de curto-circuito acumulada comparado a vida útil esperada) deverão ser exibidas na tela da IHM instalada no frontal do painel de comando (caixa de baixa tensão).

Os opcionais disponíveis para o sistema de monitoramento térmico (como acesso remoto via smartphone, controle via supervisor e outras facilidades), também deverão ser disponibilizadas para o monitoramento do disjuntor.

Monitoramento ambiental

Deverá ser feito através de sensores de humidade wireless e sensores de temperatura. Deverão monitorar nos compartimentos a temperatura ambiente, a humidade e o ponto de condensação T°.

As informações deverão ser enviadas para o SMD por protocolo wireless ZigBee, o qual, através de algoritmos, calculará quatro graus de condições de serviço segundo a norma IEC 62271-304, permitindo melhor adaptação aos períodos de manutenção e evitando o desgaste precoce.

		Poluição	
		PL	PH
Condensação	Co	Condição 0	Condição 1
	CL	Condição 1	Condição 2
	CH	Condição 2	Condição 3
	CH+	Condição 3	

O SMD também deverá fornecer alarmes para alta condensação, baixa condensação e humidade.

Garantia

Todos os componentes e o conjunto completo de equipamentos fornecidos deverão ser garantidos pelo fabricante durante o prazo mínimo de 12 (doze) meses a partir do seu início de funcionamento ou de 18 (dezoito) meses a partir da data de recebimento por parte da compradora.

A garantia se estende para qualquer defeito de fabricação ou funcionamento.

A proposta técnico-comercial, de venda dos equipamentos, deverá conter as seguintes informações:

- Especificação técnica detalhada dos painéis e outros equipamentos;
- Catálogos ou folhetos técnicos dos equipamentos que compõem os painéis;
- Dimensões aproximadas do conjunto;
- Peso aproximado de cada conjunto;
- Preço, impostos incidentes e tipo de embalagem;
- Prazo de entrega máximo;
- Condições de fornecimento;
- Garantia;
- Lista de desenhos que serão apresentados para aprovação.

2.3 – Transformador:

Serão instalados 02 (dois) Transformadores de força, isolado a seco, IP 21, 10,2-13,8 kV / 220-127V, potência 750 kVA - ligação triângulo-estrela-aterrado, padrão Energisa, com rele de temperatura e laudo técnico.

2.4 – Grupo Motor-Gerador:

2.4.1 – Será mantido o Grupo Motor Gerador de 150/135kVA do sistema de informática e será instalado um novo Grupo Motor Gerador, conforme especificações abaixo:

GRUPO GERADOR, LINHA DIESEL, MONTADO EM CONTÊINER, com potência de 757 / 688 kVA, trifásico, com fator de potência 0,8, na tensão de 220 / 127 VCA em 60 Hz, para funcionamento singelo e automático, composto de:

MOTOR

- Motor VOLVO, modelo TWD1644GE.
- Características: Injeção direta, 4 tempos e refrigerado a água por radiador.
- Aspiração: Turboalimentado.
- Sistema elétrico: alternador para carga de bateria e motor de partida em 24 Vcc.
- Regulagem de velocidade: eletrônica.
- Sensor para detecção da redução do nível d'água do radiador do motor.

GERADOR

- Fabricante: WEG.
- Características: síncrono, sem escovas (Brushless), trifásico, classe de isolamento H, com impregnação a vácuo, ligação estrela com neutro acessível, 4 pólos, de mancal único com acoplamento por discos flexíveis, enrolamento do estator com passo encurtado, com excitatriz rotativa alimentada por bobina auxiliar e regulador eletrônico de tensão instalado junto ao gerador.
- Tensão nominal: 220 VCA; 60 Hz.
- Grau de proteção: IP21.

BASE

- Características: de estrutura robusta e integralmente soldada, com fundo fechado, fabricada a partir de longarinas e travessas de aço carbono, possui reforços nos locais de apoio dos equipamentos, o que garante o alinhamento adequado e a estabilidade estrutural do conjunto, bem como, dispositivos para içamento nas extremidades da estrutura que facilitam a movimentação.

COMANDO

- Quadro de comando automático, microprocessado, controlador Deep Sea, montado internamente ao contêiner, isolado da máquina, dotado de porta devidamente reforçada, com compartimentos separados para comando e força, conforme solicita a NR10, contendo visor de acrílico para visualização externa dos instrumentos.

- Operação: automática e manual. Executa supervisão de sistema de corrente alternada, comandando a partida e parada do grupo gerador em caso de falha da fonte principal (rede).
- Medições: potência ativa (kW); potência aparente (kVA); energia ativa (kWh); tensões de fase e de linha gerador (Vca); tensões de fase rede (Vca); frequência (Hz); corrente das fases do gerador (A); temperatura da água (°C); tempo de funcionamento (h); tensão de bateria (Vcc).
- Sinalizações: modo de operação; indicação de alarme ativo; status do grupo gerador; status da chave de grupo; status da chave de rede.
- Proteções: sobre/subtensão; sobre/subfrequência; sobrecorrente; sobre/subvelocidade; sobre/subtensão de bateria; alta temperatura da água; baixa pressão do óleo lubrificante.
- Registro de até 50 eventos.
- Retificador de baterias: automático, microprocessado, corrente de saída 5 A, tensão de saída 24 Vcc.
- Programador horário para partidas e paradas pré determinadas.
- Botoeira de emergência do tipo 'soco'.

FORÇA

- Formado por dispositivo tripolar de proteção contra curto-circuito para o Grupo Gerador.
- Chave de transferência, composta por dois contadores, tripolares, na capacidade de 1260 A, montada no compartimento de força do quadro de comando.

ACESSÓRIOS

- Tanque de combustível de serviço, instalado na base do contêiner, com indicador de nível elétrico e mostrador na frontal do painel.
- Silencioso e segmento elástico, montados internamente ao contêiner.
- Amortecedores de vibração de elastômero, com corpo metálico resistente a cisalhamento, montados entre o motor/gerador e a base.
- Bacia de contenção.
- Sistema de pré-aquecimento.
- Carregador de Baterias.
- Chave by-pass de comando da transferência.
- Baterias de partida, montadas sobre a base com suporte, cabos e conectores.

CONTÊINER

- Contêiner Silenciado Leve (SL): carenagem composta por painéis laterais, teto e portas para acesso ao motor e quadro elétrico, fabricados em chapas e perfis de aço, aparafusadas entre si. Entrada de ar pela lateral com saída frontal de fluxo vertical, dotado de tratamento acústico e revestimento fonoabsorvente para obtenção de nível de ruído médio de 85 dB(A) @ 1,5m. Pintura eletrostática a pó poliéster de alta espessura na cor branca.

DIVERSOS

- Motor e gerador com pintura original dos fabricantes, base preta, carenagem e quadro de comando branco.
- Manual técnico em mídia eletrônica (CD).

- Treinamento básico de operação e verificações de rotina, durante a entrega técnica.
- Bandeja de contenção de líquidos (óleo combustível / óleo lubrificante / água de arrefecimento) junto a base e abaixo do tanque de combustível, com dreno, para Contêiner Silenciado modelo SL.

2.5 – Bancos de Capacitores:

Para correção do fator de potência, serão utilizados bancos de capacitores dessintonizados, conforme as características descritas, nos seguintes quadros de baixa tensão dos seguintes transformadores:

2.5.1 – Transformador de 225 kVA NS139085

- Potência reativa de compensação: 34,7496 kvar \approx 35 kvar;
- Fator de potência eficaz previsto na correção: 0,96;
- Fator de dessintonia aplicável aos indutores: 7%;
- Tipo de capacitor recomendado: Schneider VarPlus Can HDuty.

2.5.2 – Transformador de 300 kVA NS143315225

- Potência reativa de compensação: 11,5385 kvar \approx 12 kvar;
- Fator de potência eficaz previsto na correção: 0,96;
- Fator de dessintonia aplicável aos indutores: 7%;
- Tipo de capacitor recomendado: Schneider VarPlus Can HDuty.

2.5.3 – Transformador de 750 kVA NS13964

- Potência reativa de compensação: 43,2642 kvar \approx 44 kvar;
- Fator de potência eficaz previsto na correção: 0,96;
- Fator de dessintonia aplicável aos indutores: 7%;
- Tipo de capacitor recomendado: Schneider VarPlus Can HDuty.

Os demais transformadores não necessitaram de correções, conforme memorial de cálculo.

Goiânia, março de 2021.

JF ENGENHARIA LTDA
JAIRO FRANÇA JÚNIOR
Engenheiro Eletricista
Fone/Fax: (62) 3245-1512



Jairo França Júnior.
Eng. Eletricista – Crea Go 3384/D