SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE GUANHÃES/MG

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA – BOM SUCESSO

VOLUME IV – PROJETO BÁSICO

TOMO I – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA – ETA

TOMO I A – Memoria Descritiva e Memórias de Cálculo

DEZEMBRO/2025

SUMÁRIO

O Projeto da nova Estação de Tratamento de Água – ETA e da Unidade de Tratamento de Resíduos – UTR da cidade Guanhães – Minas Gerais, será composto pelos seguintes volumes:

VOLUME I – LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS

VOLUME II – LEVANTAMENTOS E PROJETOS GEOTÉCNICOS

VOLUME III – PROJETO BÁSICO

TOMO I – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA – ETA - UTR

TOMO I A – MEMORIA DESCRITIVA E MEMÓRIAS DE CÁLCULO

TOMO I B – DESENHOS

VOLUME IV – PROJETO ELÉTRICO

TOMO I – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA – ETA - UTR

TOMO I A – MEMORIA DESCRITIVA E MEMÓRIAS DE CÁLCULO

TOMO I B – DESENHOS

VOLUME V – ORÇAMENTO

TOMO I – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA – ETA - UTR

TOMO II – UNIDADE DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS – UTR

INDICE

1 APRESENTAÇÃO 2
1.1 INTRODUÇÃO 2
2 MEMORIAL DESCRITIVO 3
2.1 DESCRIÇÃO DO SISTEMA 3
2.2 CONCEPÇÃO GERAL 3
2.3 AUTOMAÇÃO 7
2.4 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA RECIRCULAÇÃO E TQS 7
3 ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA MONTAGEM E EXECUÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS 10
3.1 MONTAGEM DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS 10
3.1.1 COMPONENTES ELETRICOS 10
3.2 ESCOPO DA MONTAGEM ELÉTRICA 22
4 ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA PAINÉIS DE BAIXA TENSÃO 24
4.1 PARTE I – INFORMAÇÕES TÉCNICAS GERAIS 24
4.1.1 OBJETIVO 24
4.1.2 NORMAS TÉCNICAS ADOTADAS 24
4.1.3 INSTALAÇÃO E CONDIÇÕES AMBIENTAIS DE OPERAÇÃO 25
4.1.4 ACONDICIONAMENTO E MARCAÇÃO 25
4.1.5 TRANSPORTE, CARGA E DESCARGA 26
4.1.6 INSPEÇÃO E TESTES DURANTE A FABRICAÇÃO 26
4.1.7 DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA 29
4.1.8 MANUAL DE INSTRUÇÕES 36
4.1.9 GARANTIA 38
4.1.10 ASSISTÊNCIA TÉCNICA 39
4.2 PARTE II – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS 39
4.2.1 INTRODUÇÃO 39
4.2.2 CONDIÇÕES GERAIS PARA O FORNECIMENTO 39
4.2.3 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS PARA O FORNECIMENTO 40
4.2.4 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS DO PDT 40
4.2.5 CARACTERÍSTICAS MÍNIMAS EXIGIDAS PARA COMPONENTES DO PDT 47
4.2.6 ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO DO PDT 54
4.2.7 REQUISITOS GERAIS 54
5 MEMORIA DE CALCULO 55
5.1 INTRODUÇÂO 55
5.2 MÉTODOS DE CÁLCULOS DE CABOS UTILIZADOS 55
5.2.1 Mínima seção normalizada 55
5.2.2 Critério de corrente 55
5.2.3 Critério de queda de tensão 56
5.3 CABOS UTILIZADOS 56
5.4 MEMÓRIA CÁLCULO – CABOS DE BAIXA TENSÃO 56
5.4.1 Alimentação QGBT-01 57
5.4.2 Alimentação QGBT-02 58
5.4.3 Alimentação QCMB-01 59
5.4.4 Alimentação QCM-01 60
5.4.5 Alimentação QCM-02/03 61
5.4.6 Alimentação PDM-01 62
5.4.7 Alimentação CMB-01/02 63
5.4.8 Alimentação CMB-03/04/05/06 64
5.4.9 Alimentação Dosadoras M-01 a M-04 65
5.4.10 Alimentação Dosadoras M-05 a M-10 66
5.4.11 Alimentação Dosadoras M-11 a M-12 67
5.4.12 Alimentação Dosadoras M-13 68
5.4.13 Alimentação Iluminação Externa 69
5.4.14 Alimentação QCMB-02 70

1 APRESENTAÇÃO

Apresenta-se a seguir a **Memória Descritiva e Justificativa e Memórias de Cálculo** referente **Estação de Tratamento de Água – ETA Bom Sucesso** para o Sistema de Abastecimento de Água (SAAE) da cidade Guanhães - MG, em atendimento ao contrato, firmado entre a DESPRO Desenvolvimento de Projetos e Consultoria Ltda e o Serviço Autônomo de Água e Esgotos - SAAE de Guanhães.

O trabalho foi desenvolvido com a estreita colaboração dos técnicos da COPASA, que com o conhecimento local contribuíram para a consecução dos objetivos, tanto no que se refere as informações do sistema atual, como nas proposições das obras necessárias.

1.1 INTRODUÇÃO

O objeto desse projeto consiste em detalhar e orçar os custos de adequações e melhorias no Projeto Elétrico da ETA e UTR da cidade de Ganhães.

O projeto elaborado, atende aos requisitos mínimos e condições estabelecidas na NR-10 – Instalações e Serviços em Eletricidade, do Ministério do Trabalho, objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, garantindo a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade.

Para elaboração do presente trabalho, foram observadas as seguintes normas e diretrizes:

- ✓ CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais
  - ND 5.1 – Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão
- ✓ ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
  - NBR-5410:2004 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
  - NBR-5419:2015 – Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas;
  - NBR-5356-11:2016 – Transformadores de Potência do Tipo Seco – Especificação;
- ✓ MTE - Ministério do Trabalho e do Emprego
  - NR-10 Segurança das Instalações e Serviços em Eletricidade.

2 MEMORIAL DESCRITIVO

2.1 DESCRIÇÃO DO SISTEMA

O projeto elétrico da ETA/UTR de Ganhães compreende:

- Padrão de energia em baixa tensão 220V, trifásico, convencional, conforme norma ND-5.1 da CEMIG. O padrão CEMIG será tipo C6, proteção trifásica 200A;
- Casa de Dosagem (UTR), com sala elétrica;
- Estação Elevatória de Recirculação de Lodo (UTR), com 2 motores 3cv – Inversor;
- Tanque de Sedimentação 01 (UTR) com 2 motores 5cv – Inversor;
- Pátio de Bag's (UTR);
- Casa de Química (ETA), com 10 bombas dosadoras;
- Plataforma de Produtos Químicos (ETA), com 2 agitadores e uma bomba de recalque de salvamento;
- ETA Pré-Fabricada;
- REL Elevado 5m3 (ETA);
- REL Elevado 50m3 (ETA);
- REL Enterrado 1.000m3 (ETA);
- Tanque de Contato (ETA);
- Distribuição de força e controle;
- Aterramento e Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA);
- Iluminação Externa.

O medidor CEMIG irá alimentar o QGBT-01 instalado na Casa de Química. Este QGBT alimentará todas as cargas 220V.

Toda a alimentação das cargas externas é feita através de rede dutos enterrado, em PEAD, com envelopamento de concreto.

2.2 CONCEPÇÃO GERAL

Os quadros e painéis elétricos devem ser montados com equipamentos que permitam a coordenação do tipo 2, conforme norma NBR IEC 60 947-4, garantindo-se a continuidade

funcional dos mesmos e da instalação após a ocorrência de alguma falha ou defeito que provoque um curto circuito, por exemplo.

Desta forma, deverão ser utilizados disjuntores, fusíveis, contatores, relés, inversores e etc, de um mesmo fabricante ou por ele recomendado.

Nos painéis e quadros elétricos que possuam dispositivos para manobra e proteção elétrica dos respectivos motores, não serão permitidas as operações de energização e desenergização no mesmo, ou seja, os dispositivos e equipamentos de potência, serão manobrados à distância pelo respectivo quadro de comando, melhorando-se a segurança do operador.

A tensão de controle adotada nesta padronização é a de 24VCC, por ser comercialmente a mais utilizada e compatível com a maioria dos equipamentos de instrumentos de controle usualmente empregados. Caso o SAAE Ganhães queira adotar outro valor de tensão, a mesma poderá ser facilmente atendida, apenas com a troca da fonte de alimentação auxiliar e adequação da tensão dos demais componentes, ou no caso de corrente alternada, com a retirada da fonte de alimentação e a inclusão de um transformador para comando, ficando o restante do diagrama, tanto no conceito quanto na filosofia inalterados.

De forma a se evitar tensões diferentes daquela utilizada para controle, toda a interligação com os equipamentos de tensão elevada ou de potência será feita através de relé de interface, alimentado pelo quadro de comando.

Ainda, o acesso no interior dos painéis e quadros elétricos fica restrito apenas ao pessoal da manutenção. Com a tensão de controle empregada o quadro de comando poderá ficar acessível à operação e a manutenção, sem que haja perigo para o usuário. Os desenhos e documentos apresentados são constituídos de toda a filosofia para manobra e proteção, incluindo-se os dispositivos de proteção no mesmo quadro. Entretanto, à exceção dos quadros com partida direta, os mesmos poderão ter os disjuntores motor instalados no quadro geral ou outro quadro da instalação, servindo de proteção não só para o circuito do motor como também para o para o alimentador do painel ou quadro elétrico.

Tendo em vista as características operacionais do sistema e recomendações do SAAE Ganhães, foi projetado método de comando do motor através de inversores de frequência, independente da potência.

Nas Estações Elevatórias projetadas, foi previsto um Quadro de Comando de Motor (QCM) para alimentação de cada moto-bomba, além de um painel de comando.

Os painéis de baixa tensão (QGBT, QCM e PDA) deverão ser construídos de acordo com as normas pertinentes, especificações técnicas e desenhos deste projeto.

Para iluminação interna dos painéis, foram adotadas luminárias com lâmpadas LED de 9W.

Utilizou-se como filosofia de proteção a desenergização do circuito do motor para todos os tipos de partida e arranjo, na falta ou defeito do respectivo circuito.

Nos inversores de frequência, poderemos ter dois tipos distintos de proteção. A atuação do disjuntor motor como descrito acima e a atuação das proteções internas do dispositivo de partida, que poderão atuar tanto para o circuito elétrico quanto para a sua eletrônica interna.

A operação da proteção da chave de partida acarretará no corte de energia para a carga, entretanto, a mesma permanecerá com o seu circuito principal energizado. Neste caso, através de um contato auxiliar do equipamento de partida, a bobina de subtensão ou de mínima tensão do disjuntor motor será desenergizada abrindo-o imediatamente. Assim, todo o circuito será desenergizado, evitando-se inclusive o retorno da operação em caso de defeito intermitente, conforme recomendado pela NR-10.

Os circuitos de iluminação e tomadas serão protegidos por disjuntores termomagnéticos instalados no quadro de distribuição de circuitos.

Todos os componentes dos painéis e quadros elétricos deverão ser de ótima qualidade, garantida e conceituada no mercado existente. Equipamentos ou fabricantes novos poderão ser utilizados, desde que sejam apresentados os laudos técnicos com os resultados dos ensaios que garantam a sua conformidade com as respectivas normas da ABNT ou por ela referenciada.

De maneira geral, os dispositivos, equipamentos, materiais e acessórios elétricos utilizados, deverão estar em acordo com as recomendações, na última revisão, das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT ou outras por ela recomendada. Preferencialmente deverão ser utilizados àqueles já certificados pelo INMETRO.

Todos os componentes deverão ser tropicalizados e com garantia de funcionamento contínuo nas temperaturas definidas pelas normas correspondentes. Todos os dispositivos de proteção do tipo disjuntores e de seccionamento deverão ser fornecidos com possibilidade de bloqueio por cadeado, de forma a proporcionar a segurança pessoal ou funcional do respectivo circuito.

Os painéis e quadros elétricos deverão ser fornecidos com todos os componentes capazes de operar na temperatura ambiente do local da instalação, sem ventilação forçada ou climatização.

Os barramentos deverão transportar as correntes nominais dos motores e suportar os esforços devido às correntes de curto circuito. Os barramentos deverão suportar a corrente de curto circuito simétrica mínima da instalação, porém nunca inferior a 10kA.

Os dispositivos de proteção contra surtos – DPS deverão ser classe 1 devido a possibilidade da interligação da barra de terra do painel ou quadro elétrico com a barra de equipotencialização principal (BEP), que por sua vez está interligada com a malha ou anel de aterramento da edificação.

Os circuitos para iluminação, tomada e resistor de aquecimento dos painéis e quadros elétricos, deverão ser alimentados entre fase e neutro para os quadros alimentados por rede monofásica e entre fases para os quadros alimentados por redes bifásicas ou trifásicas, ou ainda, através de transformadores auxiliares. Em hipótese alguma, poderá ser utilizada a barra de terra dos painéis ou quadros elétricos para utilização como função de neutro.

Os sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA`s) previstos serão não isolados, compostos de malha de captação no telhado, barras chatas de alumínio de descida, caixas de inspeção, malha de aterramento em anel com resistência máxima de 10 ohms formada por cabos de cobre nu de seção 50mm² enterrado a 60cm de profundidade, hastes de aterramento de alta camada e uma caixa de equalização de potenciais (CEP). Seu dimensionamento foi de acordo com a Norma NBR-5419.

Os aterramentos dos quadros e partes metálicas serão feitos por cabos de cobre nu ou isolados e interligados à malha de aterramento do SPDA através de soldas exotérmicas e terão seus potenciais equalizados na CEP.

Foram previstos protetores de surto classe B e C que também devem ser conectados ao aterramento.

Para proteção dos conjuntos moto-bomba contra sucção a vazio, deverá ser previsto medidor de nível Hidrostático ou ultrassônico a ser instalado no poço de sucção das elevatórias. O medidor de nível deverá ser interligado ao PDA, que possui indicador digital de nível. O PDA deverá possuir, também, isolador e duplicador galvânico com entradas e saídas analógicas em 4-20mA. O medidor de nível enviará seu sinal para o PDA, e o PDA enviará o sinal parametrizado para os inversores dos QCM's, por meio de condutores de controle formado por par de fios com blindagem eletrostática.

2.3 AUTOMAÇÃO

A automação do sistema das Elevatórias, será feita através do quadro de comando e contempla a operação de dois conjuntos moto-bombas 3,0 e 5,0 cv, tensão 220V cada, sendo um para operação e um para reserva, selecionáveis manualmente, as proteções elétricas pela atuação dos respectivos disjuntores motor ou chaves de partida, habilitando, bloqueando ou interrompendo o funcionamento do motor selecionado. A operação da sucção será através de sensor de nível ultrassônico. O princípio de funcionamento não permite a partida simultânea dos três conjuntos, através de um intertravamento elétrico, temporizado, o qual define a partida imediata para um conjunto e temporizada para o segundo conjunto selecionável.

A seleção dos motores é do tipo rodízio. Permite a indicação visual através de sinaleiros para proteção da sucção, proteção do motor atuada, motor habilitado (ligado), falta de fase e DPS do painel ou quadro elétrico atuado, além da sinalização da automatização do recalque conforme diagrama complementar, a ser atualizado e corrigido pelo fabricante. O diagrama de comando é apenas uma referência e deverá ser fornecido pelo fabricante, atendendo as necessidades do SAAE Ganhães.

2.4 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA RECIRCULAÇÃO E TQS

As bombas serão do tipo submersas, potência (Duas, sendo uma reserva), 220V para atender o sistema de Ganhães.

Para a rede externa está previsto rede de dutos (Tipo Kanaflex), em envelopamento de concreto.

A seguir apresentamos uma descrição detalhada dos elementos envolvidos na automação da elevatória projetada, que compõem as etapas do processo, bem como das características funcionais.

Modo de Operação do Conjunto Moto-Bomba

- Segurança

O conjunto moto-bomba possui uma chave de segurança no QCM para seleção da condição “Operação” ou “Manutenção”. A condição de “Manutenção” bloqueia a operação do conjunto em modo automático e garante segurança às equipes de manutenção.

- Modo de Operação

A elevatória possui uma chave seletora no QCM que permite colocar o motor nas condições “Manual” e “Automático”.

No modo Manual, a partida e parada do conjunto deve ser realizada localmente pelo operador através das botoeiras liga/desliga.

Controle e Proteção do Conjunto Moto-Bomba

A integridade do conjunto moto-bomba é assegurada através de proteções classificadas a seguir:

- caso o disjuntor de proteção do motor atue ou haja falha na chave de partida e parada suave, esse conjunto será inabilitado, afim de que ações preventivas possam ser tomadas a tempo.

Medições de Parâmetros Elétricos

O QGBT será equipado com instrumento para medição de parâmetros elétricos com objetivo de aumentar a eficiência operacional e fornecer informações para otimizações gerenciais. As variáveis monitoradas serão:

Tensão de linha (R-S, R-T e S-T);
Tensão média;

Corrente de fase (R, S, T);
Corrente total;
Potência ativa total;
Potência reativa total;
Consumo de energia ativa;
Fator de potência médio;
Freqüência; e
Horímetros

Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) e Dispositivos de Proteção contra Sobretensões (DPS)

Para as unidades estão previstas instalações de SPDA, projetado conforme a Norma NBR 5419:2015.

No PDA estão previstas instalações de DPS’s em conformidade com a Norma NBR 5410.

3 ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA MONTAGEM E EXECUÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

3.1 MONTAGEM DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

O objetivo destas recomendações é estabelecer os requisitos mínimos de qualidade para a montagem de materiais e equipamentos elétricos a serem utilizados no Sistema de Abastecimento de Água do município de Ganhães, em implantação pelo SAAE local e que deverão ser complementadas pelas recomendações das normas da ABNT e da concessionária de energia elétrica local.

3.1.1 COMPONENTES ELETRICOS

ELETRODUTOS RÍGIDOS DE PVC

Deverão ser do tipo semi-pesado, tendo a superfície interna completamente lisa, sem rebarbas e livre de substâncias abrasivas.

Não deverão ser sujeitos a deformações no decorrer do tempo devido à ação do calor ou da umidade, suportando sem alteração as temperaturas máximas previstas para os cabos em serviço.

As emendas nos eletrodutos deverão ser feitas com luvas rosqueáveis. Obrigatoriamente deverão ser usadas buchas e arruelas apropriadas nas emendas com as caixas estampadas. Não será permitido o uso de cola.

Todas as curvas deverão ser pré-fabricadas e observados os raios mínimos de curvatura.

Quando necessário, os eletrodutos poderão ser cortados com serra, sendo as roscas feitas com cossinetes. Após as execuções das roscas, as extremidades deverão ser escariadas para eliminação de rebarbas. Não será permitido o uso de material fibroso (cânhamo, estopo, etc.,) para obter estanqueidade nas juntas.

Os eletrodutos deverão ser instalados de modo a não formar cotovelos onde possa acumular água, devendo apresentar uma ligeira e contínua declividade (0,5%) em direção às caixas, nos trechos horizontais.

Os eletrodutos embutidos, quando saírem das paredes ou lajes, deverão ser rosqueados no mínimo a 15 cm da superfície, de modo a permitir eventual futuro corte ou rosqueamento.

Os eletrodutos aparentes deverão ser suportados por braçadeiras espaçadas de, no mínimo, 2 m. Em todos os pontos de derivação deverão ser empregados conduletes de alumínio fundido.

Não será permitida a passagem de arame guia nos eletrodutos, na fase de seu assentamento.

ELETRODUTOS DE AÇO CARBONO

Os eletrodutos a serem utilizados serão especificados com as seguintes características, conforme norma NBR 5597 e NBR 5598 - Eletroduto rígido de aço carbono com revestimento protetor:

a) Devem ser usados eletrodutos metálicos rígidos roscados;
b) eletrodutos serão de aço carbono com costura, galvanizado a fogo;
c) Deverão estar firmemente roscados em todas as conexões, mantendo a continuidade elétrica e possuírem no mínimo 5 fios de rosca;

Os eletrodutos utilizados são em aço galvanizado, com bitola mínima “¾”, tipo pesado. Nas áreas com presença de atmosfera corrosiva ou áreas classificadas, foram utilizados eletrodutos rígidos de aço galvanizado com unidades seladoras fora da sala, com bitola mínima “¾”.

Os suportes devem ser dispostos de tal maneira que não excedam a 2 m de distancia e o uso de curvas de 90º é limitado ao máximo de duas entre caixas de passagem.

ELETRODUTOS SUBTERRÂNEOS

Os eletrodutos subterrâneos deverão ser assentados com envoltória de concreto.

Quando não indicado no projeto, deverá ser feita uma declividade entre caixas de passagem de, no mínimo, 0,5%.

Deverá ser colocada, no fundo da valeta, uma camada de concreto simples com 5 cm de espessura, uniformemente distribuída.

O raio de curvatura mínimo de uma rede de eletrodutos subterrâneos deverá ser o raio mínimo permitido para o cabo de maior bitola a ser instalado na rede, obedecendo-se o raio mínimo de curvatura dos eletrodutos.

Os eletrodutos de reserva deverão, após sua limpeza, ser vedados nas entradas e saídas das caixas com tampões adequados.

O concreto a ser empregado no envelopamento deverá ter um fck > 150 kg/cm2.

As dimensões dos envelopes deverão ser determinadas de acordo com as seguintes recomendações:
. a distância mínima entre faces externas dos eletrodutos deverá ser de 5 cm;
. a distância mínima da face externa de um eletroduto à face do envelope será de 7,5 cm nas laterais e 10 cm na parte inferior e superior.

Deverão ser construídas caixas de alvenaria nos locais e do modo indicado no projeto.

Em terrenos secos, o fundo da caixa deverá ser executado com lastro de 10 a 15 cm de brita no 2, socada. No caso de ser atingido o lençol freático, as caixas deverão ser herméticas, com fundo e paredes revestidas e impermeabilizadas.

CONDUTORES ELÉTRICOS

Antes da passagem dos condutores, toda tubulação deverá ser limpa por meio de buchas de estopa e deverá estar completamente seca.

Os cabos deverão ser desenrolados e cortados nos lances necessários, determinando-se seus comprimentos por uma medida real do trajeto e não por escala no desenho. O transporte dos lances e sua colocação deverão ser feitos sem arrastar os cabos, para não danificar sua capa protetora, devendo ser observados os raios mínimos de curvatura permitidos.

Todos os cabos deverão ser identificados em cada extremidade, sendo que os marcadores dos condutores deverão ser construídos de material resistente, de tipo braçadeira, com dimensões adequadas ao diâmetro do condutor.

Os cabos deverão ter suas pontas vedadas para protegê-los contra umidade, durante a armazenagem e instalação.

Em todos os pontos de ligação, deverão ser deixados os cabos com comprimento suficiente para permitir as emendas que forem necessárias.

Os condutores com isolação termoplástica para 1.000 V não devem ser curvados com raio inferior a 8 vezes seu diâmetro externo.

Os condutores deverão ser instalados quando a rede de eletrodutos estiver completa e concluídos todos os serviços de construção que os possa danificar.

Não será permitida a emenda de condutores no interior dos eletrodutos, sob hipótese alguma.

Para cada circuito elétrico deverá ser lançado o cabo de aterramento, isolado, com bitola compatível com as correntes de curto circuito previstas.

O puxamento dos cabos poderá ser manual ou mecânico, obedecendo às recomendações do fabricante. No puxamento manual, feito em trechos curtos, a tração manual média deverá ser de 15 a 20 kg/pessoa; no puxamento mecânico, usado em trechos longos, a tensão máxima permissível será de 4kg/mm2.

Nas emendas dos condutores não poderá ser utilizada solda.

Deverão ser feitas com conectores de pressão. No caso de fios sólidos, até 4 mm2, poderá ser utilizado o processo de torção de condutores.

Os conectores de pressão utilizados devem preencher os seguintes requisitos:
. ampla superfície de contato entre condutor e conector;
. capacidade de manter a pressão de contato permanente;
. alta resistência mecânica;
. metais compatíveis de modo a não provocar reação de par galvânico.

As emendas em condutores isolados deverão ser recobertas por isolação equivalente àquela do próprio condutor. Deverão ser limpas com solvente adequado e somente após sua secagem é que deverá ser aplicada a isolação. Para condutores com isolação termoplástica, deverão ser aplicadas camadas de fita adesiva termoplástica, com espessura de 2 vezes a do isolamento original.

A terminação dos condutores de baixa tensão deverá ser feita com terminais de pressão, com exceção dos de 6 mm2 e menores, cujas pontas poderão ser conectadas diretamente ao equipamento.

O terminal deverá ser colocado de modo a não deixar nu nenhum trecho do condutor. Se esse resultado não for alcançado, a falha deverá ser completada com fita isolante.

SOLDA EXOTÉRMICA

A EMPREITEIRA deverá possuir o ferramental necessário para a realização de qualquer tipo de solda exotérmica requisitada pelas configurações das conexões constantes no projeto.

A realização das soldas deverá seguir as recomendações das normas NBR5410 e NBR5419.

TOMADAS ELETRICAS

As tomadas devem estar de acordo com o padrão brasileiro de tomadas.

Todas as tomadas devem atender a NBR 14136 e todas especificações pertinentes que atendam a todos os requisitos mínimos de padronização e segurança.

Para o sistema de tomadas, foram projetados circuitos monofásicos com tensão fase-neutro em 127V e bifásicos com tensão fase-fase em 220V. Todas tomadas serão de 20A. Também foi previsto condutor terra dentro dos condutos. Estes condutores serão únicos para cada trecho de conduto de cabos e suas seções devem ser idênticas à maior seção de cabos do respectivo trecho.

Também foi previsto uma tomada tripolar, 25A, 220V, tipo industrial, modelo Steck ou equivalente.

Todas as tomadas deverão ser aparentes em caixa tipo condulete de alumínio 2”x4”.

INTERRUPTORES

Deverá ser previsto a instalação de interruptores 10A/250V para acendimento das lâmpadas na sala elétrica e Elevatória. Estes interruptores serão instalados em caixa tipo condulete de alumínio 2”x4”.

LUMINÁRIAS E LÂMPADAS

Deverão ser instaladas conforme indicado em projeto.

Antes da instalação destas, todos os circuitos deverão estar devidamente testados.

As lâmpadas projetadas serão do tipo LED espiral, 9W/127V, LED tubular 18W, projetor LED 50W e arandelas LED 20W.

Também está sendo previsto luminárias tipo pública em LED em poste para iluminação externa, 70W/220V, com acendimento através de relé fotoelétrico, instalado sobre as luminárias nos postes.

POSTES

Os postes serão do tipo metálico, altura de 8 metros, com uma luminária tipo pétala, relé fotoelétrico, uma lâmpada LED, 70W e acessórios de fixação. Deverá ser feito engastamento de 1,5m.

CAIXAS DE PASSAGEM

Está sendo previsto caixas de passagem de alvenaria com tampa e aro articulados e fundo em brita n.º 1 para drenagem, nas seguintes dimensões (ALP): 300x300x500mm, 400x400x900mm e 600x600x1000mm, conforme indicado no projeto.

SISTEMA DE ATERRAMENTO E SPDA

O Sistema de Aterramento de Força tem como objetivo principal à segurança de pessoas e a prevenção de danos aos equipamentos. Este sistema fornece um caminho de retorno de baixa impedância para correntes de curtos-circuitos fase-terra, facilitando desta forma a operação da

proteção, a identificação do defeito e a equalização dos potenciais das carcaças metálicas dos equipamentos elétricos com o solo de forma a garantir que as pessoas não sejam expostas a riscos.

SUBSISTEMA DE CAPTAÇÃO DAS DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Os subsistemas de captação de descargas atmosféricas mais eficientes e que são amparados por norma atualmente são:

Proteção do tipo Gaiola de Faraday (Sistema Externo)
Proteção do tipo captor Franklin

Do ponto de vista funcional, ambos fornecem proteção contra descargas atmosféricas diretas sobre os edifícios, desde que sejam projetados corretamente.

Portanto para os projetos em questão utilizou-se o Sistema Externo (Gaiola de Faraday).

Os seguintes critérios devem ser adotados para o subsistema de captação:

Os condutores a serem projetados para o subsistema de captação (Gaiola de Faraday), deverão ser de barra chata de alumínio, 7/8" x 1/8".

Os condutores devem ser instalados ao longo das bordas e cumeeiras do telhado. Além disto, a distância máxima entre cabos deverá ser de 10x10m, formando uma rede reticulada sobre a cobertura (mesh), quando as dimensões desta exigirem conforme tabela 1 da NBR 5419/2015.

As barras chatas de alumínio da malha de captação deverão ser fixados diretamente na cobertura das edificações (sem utilização de isoladores) a cada metro do percurso, através de presilhas em latão estanhado, exceto para as telhas metálicas.

Elementos condutores expostos podem ser utilizados como captores naturais desde que sejam completamente contínuos, e que seja rigorosamente observado o item 5.1.1.4.1 da NBR 5419/2015. 5.1.1.4.1 - Quaisquer elementos condutores expostos, isto é, que do ponto de vista físico possam ser atingidos pelos raios, devem ser considerados como parte do SPDA.

Os captores tipo Franklin serão utilizados somente para proteção de antenas e demais estruturas que não justifiquem a instalação de Gaiola de Faraday. Conforme tabela 1 da NBR

5419/2015, o raio a ser considerado para o estudo eletrogeométrico deverá ser de 45m, tendo como base o nível lll de proteção.

Os cabos da malha de captação deverão ser instalados a uma distância máxima de 50 centímetros da borda do perímetro superior (beiral) das edificações conforme item 5.1.1.3.3 da NBR 5419/2015. 5.1.1.3.3 ‘’ No topo das estruturas, em especial naquelas com altura superior a 10 m, recomenda-se instalar um captor em forma de anel, disposto ao longo de todo perímetro. Este captor não deve estar situado a mais de 0,5 m da borda do perímetro superior da edificação. Esta recomendação é suplementar e não exclui a necessidade de outros captores, quando determinada pelo projeto.’’

SUBSISTEMA DE CONDUTORES DE DESCIDA DO SPDA

O subsistema de descidas do SPDA tem como função conduzir as correntes elétricas provenientes das descargas atmosféricas, da captação para o subsistema de aterramento do SPDA.

As descidas podem ser construídas com condutores não naturais, como por exemplo os cabos de cobre nu, ou com condutores naturais, utilizando a estrutura metálica da edificação.

Para os projetos de SPDA e aterramento, deverão ser considerados os seguintes critérios para o subsistema de descidas:

Os condutores projetados para as descidas não naturais devem ser de barra chata de alumínio 7/8" x 1/8", conforme norma NBR 5419/2015.

Esta sendo previsto descidas não naturais espaçadas 20m uma da outra conforme nível lll de proteção e tabela 2 da NBR 5419/2015.

Os condutores de descida deverão ser conectados a uma haste de cobre, com diâmetro 5/8 comprimento de 2400mm, e serem interligados à malha de aterramento mais próxima.

As barras chatas de alumínio, deverão ser fixados diretamente na estrutura (sem utilização de isoladores) a cada metro do percurso, através de presilhas em latão estanhado, conforme item 5.1.2.3.3 da NBR 5419/2015. 5.1.2.3.3 ‘’ Os condutores de descida não naturais devem ser instalados a uma distância mínima de 0,5 m de portas, janelas e outras aberturas e fixados a cada metro de percurso.’’

Para todas as descidas não naturais deve ser previsto um ponto de medição acessível utilizando conectores de bronze estanhado, de forma a possibilitar a verificação da continuidade elétrica das mesmas para a malha de aterramento, em atendimento a norma NBR 5419 (item 5.1.2.6.1), que diz: 5.1.2.6.1 ‘’Cada condutor de descida (com exceção das descidas naturais ou embutidas) deve ser provido de uma conexão de medição, instalada próxima do ponto de ligação ao eletrodo de aterramento.’’

Os condutores de descidas devem ser instalados de forma retilínea e verticais, de modo a prover o trajeto mais curto e direto para a terra. Em hipótese alguma o cabo poderá ser dobrado formando aresta ou canto, conforme item 5.1.2.4.1 da NBR 5419/2015. 5.1.2.4.1 ‘’ Condutores de descida devem ser retilíneos e verticais, de modo a prover o trajeto mais curto e direto para a terra. Laços (conforme a figura 3) devem ser evitados. Onde isto não for possível, a distância medida entre dois pontos do condutor e o comprimento (l) do condutor entre esses dois pontos, segundo a mesma figura, devem estar conforme 5.2.2 da NBR 5419/2015.’’

Os condutores de descidas não naturais devem ser instalados a uma distância mínima de 0,5 metros de portas, janelas e outras aberturas conforme item 5.1.2.3.3 da NBR 5419/2015. 5.1.2.3.3 ‘’ Os condutores de descida não naturais devem ser instalados a uma distância mínima de 0,5 m de portas, janelas e outras aberturas e fixados a cada metro de percurso.’’

Os cabos de interligação das caixas de medição com a malha de aterramento, devem ser de 50mm² conforme tabela 3 da NBR 5419/2015.

SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO (MALHAS DE ATERRAMENTO)

O subsistema de aterramento (malhas de aterramento) tem como principal finalidade escoar as descargas atmosféricas para o solo.

Para os projetos a serem executados, devem ser utilizados para o subsistema de aterramento, condutores em anel associados com hastes verticais, de forma a melhorar a dispersão das correntes de descargas atmosféricas.

DIMENSIONAMENTO DO SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO

O subsistema de aterramento será dimensionado com base nos critérios estabelecidos pelo item 5.1.3 da norma NBR-5419/2015.

Nesta norma é recomendado que o subsistema de aterramento seja projetado com base nos valores de resistividade do solo da edificação para os casos que a mesma requer nível 1 de proteção. Para as demais edificações devem ser projetados eletrodos verticais associados aos condutores em anel.

Ressalta-se que este critério é válido apenas para as edificações que requer nível de proteção 1, para as demais edificações o subsistema de aterramento independe da resistividade do solo.

Os seguintes critérios gerais serão adotados para o subsistema de aterramento:

Os condutores projetados para o subsistema de aterramento devem ser de cabos de cobre nu com bitola de 50mm², formação sete fios.

Os cabos da malha de aterramento deverão ser enterrados a uma profundidade mínima de 50 centímetros, conforme item 5.1.3.5.2 da NBR 5419/2015. 5.1.3.5.2 ‘’ Eletrodos de aterramento formados de condutores em anel, ou condutores horizontais radiais, devem ser instalados a uma profundidade mínima de 0,5 m. Nos eletrodos radiais, o ângulo entre dois condutores adjacentes não deve ser inferior a 60.’’

Os cabos deverão ser instalados externos ao volume a proteger, a uma distância da ordem de 1 metro das fundações das edificações conforme item 5.1.3.5.1 da NBR 5419/2015. 5.1.3.5.1 ‘’Com exceção dos eletrodos de aterramento naturais prescritos anteriormente, os eletrodos de aterramento preferencialmente devem ser instalados externos ao volume a proteger, a uma distância da ordem de 1 m das fundações da estrutura..’’

Para as conexões enterradas, deverá ser utilizada soldas exotérmicas.
Para todos os trechos onde os cabos estejam enterrados, o cabo deverá possuir bitola mínima de 50mm², conforme tabela 3 da NBR 5419/2015.

As hastes de aterramento deverão possuir comprimento mínimo de 2,4 metros, diâmetro 5/8”, e serem constituídas de alta camada de cobre com espessura mínima de 254 microns conforme a NBR 13571.

As malhas de aterramento e tubulações metálicas subterrâneas que porventura forem detectadas na abertura das valas deverão ser interligadas à malha a ser instalada.
Não serão previstos eletrodos de aterramento naturais, apesar de permitido pela NBR 5419/2015.

As interligações do anel da edificação com a malha geral de aterramento, serão realizadas através de uma caixa de inspeção tipo solo, afim de garantir e possibilitar a inspeção e sua integridade, conforme itens 5.1.4.2.6 e 6.1 da NBR 5419/2015. Recomenda- se interligar a malha geral em dois pontos distintos, a fim de garantir a equipotencialização do sistema. 5.1.4.2.6 ‘’ Conexões mecânicas embutidas no solo devem ser protegidas contra corrosão, através da instalação de uma caixa de inspeção com diâmetro mínimo de 250 mm que permita o manuseio de ferramenta. Esta exigência não se aplica a conexões entre peças de cobre ou cobreadas com solda exotérmica ou conectores de compressão.’’

ATERRAMENTO DOS QUADROS ELETRICOS

A conexão do quadro elétrico ao sistema de aterramento deve permitir que, caso ocorra uma falha na isolação elétrica neste equipamento, a corrente passe através do condutor de aterramento, ao invés de percorrer o corpo de uma pessoa que, eventualmente, toque os mesmos.

Possibilita também a existência de um percurso de retorno de baixa impedância para a corrente de falta a terra, sendo isso favorável para que a proteção opere de forma rápida e segura.

Para facilitar as inspeções periódicas das instalações, as conexões dos equipamentos elétricos ao sistema de aterramento devem ser executadas de forma que o aterramento esteja visível e de fácil acesso, conforme NBR 5410 (item 6.1.4) que diz.

“6.1.4 Os componentes, inclusive as linhas elétricas, devem ser dispostos de modo a facilitar sua operação, sua inspeção, sua manutenção e o acesso as suas conexões. O acesso não deve ser significativamente reduzido pela montagem dos componentes em invólucros ou compartimentos”.

Todos os quadros deverão possuir uma barra de terra. Nesta barra de terra, deverá ser fixado o cabo terra existente, de cobre isolado, proveniente da alimentação do mesmo.

A NBR-5410 estabelece os tipos de aterramento a serem utilizados. Recomendamos que utilize o esquema TN-S nos novos projetos, no qual o condutor neutro e o condutor de proteção são distintos.

PRÉ-OPERAÇÃO

Esta fase se inicia após o término de todos os trabalhos de construção e montagem, inclusive pintura, e compreenderá as operações de limpeza, testes preliminares dos equipamentos, ajustes e verificação dos sistemas de proteção, calibração das seguranças e ajustes dos controles.

Essencialmente, a pré-operação destina-se à verificação e correção das montagens dos equipamentos, preparando-se para os testes de aceitação.

A condição final desta fase será a unidade completamente acabada, limpa e em perfeitas condições para submeter-se aos testes de aceitação.

Na pré-operação, os operadores da CONTRATANTE somente acompanharão os trabalhos que serão desenvolvidos pela EMPREITEIRA e pelos técnicos dos fabricantes dos equipamentos.

TESTES DE ACEITAÇÃO

- Instalações de Iluminação/Tomadas:
. verificar se as ligações, nas caixas de derivação e nos pontos de iluminação, foram executadas conforme as Normas e recomendações das especificações;
. verificação da continuidade dos circuitos;
. verificação do isolamento das instalações por meio de “megger”;
. verificação da existência de eventuais pontos quentes nas caixas de conexões (derivação) quando a instalação entra em serviço.

- Instalações de Força:

O objetivo desses testes é verificar a integridade física dos cabos e a correta execução dos terminais. Os testes serão executados após a fiação totalmente terminada.

Os cabos deverão ser desligados dos equipamentos correspondentes e seus terminais isolados.

Deverá ser feita a verificação da resistência de isolamento por meio de medida feita entre fases e entre fases e terra (incluindo eletrodutos metálicos e carcaças). Este teste se destina a determinar a presença de pontos de fuga à terra ou de curtos-circuitos.

A mínima resistência permissível da resistência de isolamento é de 1 megohm, medida com “megger” de 500 V. Para cabos de alta tensão, o valor mínimo permissível será de 1.000 Ohm por Volt, com “megger” de 5.000 V.

Deverá ser feita uma das seguintes provas:

. Teste de tensão aplicada contínua:

A tensão de prova será de 3 a 5 vezes a tensão nominal de isolamento entre um condutor isolado e terra (valor eficaz), na freqüência industrial. Antes de se aplicar a tensão, o cabo deverá ser testado com megômetro. A tensão deve ser aplicada por 15 minutos, ligando o polo positivo do aparelho à terra e o negativo ao condutor a ser testado. Após a prova, o condutor deverá ser descarregado através de um seccionador para aterrar.

. Teste de tensão aplicada alternada:

A tensão de prova deverá ser 2 vezes a tensão nominal. Esta tensão deverá ser aplicada durante 5 minutos entre cada condutor e terra.

Os testes acima descritos deverão ser feitos na presença da FISCALIZAÇÃO, com todas as precauções de segurança:
. aviso ao pessoal;
. cerca nas áreas de teste;
. afastamento de pessoal alheio aos testes.

3.2 ESCOPO DA MONTAGEM ELÉTRICA

A montagem elétrica deverá ser executada de acordo com os desenhos do projeto, normas ABNT e instruções dos fabricantes dos equipamentos.

A construção civil e a montagem elétricas deverão ser executadas de forma coordenada.

- Escopo dos serviços;
- montagem dos conjuntos moto bombas;
- execução da rede de eletrodutos;

- instalação das luminárias, tomadas e interruptores;
- instalação dos painéis elétricos;
- execução da cablagem de força, comando, iluminação e instrumentação;
- execução das interligações;
- testes de continuidade;
- testes de isolação;
- calibração da instrumentação;
- medição de resistência de aterramento;
- energização;
- testes de funcionamento dos circuitos de comando;
- pré-operação.

4 ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA PAINÉIS DE BAIXA TENSÃO

4.1 PARTE I – INFORMAÇÕES TÉCNICAS GERAIS

4.1.1 OBJETIVO

Esta especificação se refere ao projeto, fabricação, testes de fábrica, fornecimento, entrega e comissionamento de Painéis de Baixa Tensão (PBT) tais como Quadro de Comando de Motores em Baixa Tensão (QCM) com partida através de inversores, Quadro de Automatização (PDA), que serão instalados no Sistema de Abastecimento de Água na cidade de Ganhães, a ser implantado pelo SAAE Ganhães.

4.1.2 NORMAS TÉCNICAS ADOTADAS

Salvo indicação específica em contrário nesta especificação, cada equipamento deve ser projetado e fabricado de acordo com a última revisão antes da data de licitação, de normas emitidas por uma ou mais das seguintes organizações:

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ISO – International Organization for Standardization
IEC – International Electromechanical Commission
IEEE – Institute of Electrical and Electronic Engineers
ANSI – American National Standards Institute
ASTM - American Society for Testing and Materials
VDE – Verein Deutsches Elektrotecniker
DIN – Deutsch Industrie Normen
NEMA – National Electrical Manufacturers Association

Caso a CONTRATADA optar pelo uso de normas de organizações não relacionadas acima, este fato deverá ser claramente indicado na proposta e, baseando-se em exemplares de tais normas em português ou inglês, deverá ser comprovado que os padrões ali indicados tem níveis iguais ou melhores do que os padrões das organizações acima relacionadas.

4.1.3 INSTALAÇÃO E CONDIÇÕES AMBIENTAIS DE OPERAÇÃO

O local da obra situa-se no Estado de MINAS GERAIS, no município de Ganhães.

Os equipamentos deverão ser apropriados para instalação abrigada e/ou ao tempo, em atmosfera poluída, e deverão operar sob as seguintes condições ambientais:

Altitude em relação ao nível de mar: ..... 1000 m;
Temperatura máxima: ..... .45ºC;
Temperatura mínima: 05ºC;
Temperatura média máxima em 24 horas: 30ºC;
Umidade relativa do ar (média mensal): ..... 95 %;
Clima: ..... .Tropical úmido.

4.1.4 ACONDICIONAMENTO E MARCAÇÃO

O PBT deverá ser adequadamente acondicionado para transporte rodoviário, e armazenamento não abrigado (ao tempo).

A embalagem deverá ser suficientemente robusta para suportar as manobras usuais de transporte e manuseio, sem danificação do conteúdo.

O volume deverá conter em local bem visível e em caracteres de fácil leitura as seguintes indicações:

Município: Ganhães - MG
Sistema de Abastecimento de Água
Identificação do conteúdo
Número da Ordem de Compra
Número da fatura de transporte do conteúdo
Nome do Fabricante
Indicação da posição e lado(s) da abertura do volume
Peso bruto do volume
Peso liquido do conteúdo
Quaisquer outras informações exigidas pela Ordem de Compra

Quaisquer outras informações que a CONTRATADA julgar necessárias

O custo da embalagem será por conta da CONTRATADA, bem como seguro contra danos e avarias no transporte.

A CONTRATADA deverá indicar em sua proposta o preço itemizado para embalagem e seguro.

As peças de reserva serão adequadamente identificadas e serão embaladas separadamente em volumes exclusivos marcados com os dizeres:

"PEÇAS DE RESERVA EQUIPAMENTO"

4.1.5 TRANSPORTE, CARGA E DESCARGA

Todos os encargos, arranjos e providências ao transporte dos equipamentos desde a fábrica até o local de entrega designado pelo SAAE Ganhães, serão devidos pela CONTRATADA.

As operações de carga, descarga, transporte e armazenamento de todos os equipamentos e seus acessórios serão realizados sob supervisão direta da CONTRATADA e realizados com métodos e equipamentos que assegurem condições de segurança dos trabalhos e integridade dos equipamentos e materiais.

Os equipamentos devem suportar as condições normais de transporte, inclusive o transporte rodoviário por estradas não pavimentadas.

4.1.6 INSPEÇÃO E TESTES DURANTE A FABRICAÇÃO

GERAL

O SAAE Ganhães indicará, em tempo útil, uma FISCALIZAÇÃO para inspecionar e examinar no local da fábrica os materiais e a qualidade dos serviços de todos os equipamentos a serem fornecidos sob esta especificação em todas as fases de fabricação e testes.

Tais inspeções, apreciação ou testes não liberarão a CONTRATADA de suas responsabilidades quanto a exatidão do projeto ou de qualquer outra responsabilidade imposta pela lei ou obrigação prevista pelo contrato para o fornecimento dos equipamentos e serviço.

NOTIFICAÇÃO DOS TESTES

A CONTRATADA deverá confirmar, por fax-símile, à FISCALIZAÇÃO do SAAE Ganhães, com antecedência mínima de 10 (dez) dias, a data e o local onde os equipamentos estarão prontos para serem testados, bem como a duração prevista para a execução dos testes devendo as datas definitivas serem marcadas de comum acordo com a fiscalização do SAAE Ganhães.

No prazo inferior de 10 dias corridos da realização dos testes, A CONTRATADA encaminhará a FISCALIZAÇÃO 5 vias dos certificados dos testes realizados com os resultados obtidos.

Em caso de alteração da data e local marcados para realização dos testes, a CONTRATADA comunicará à FISCALIZAÇÃO do SAAE Ganhães com antecedência mínima de 72 horas a alteração da programação dos testes. Caso contrário, ficará a CONTRATADA obrigado a regularizar as despesas efetuadas pela FISCALIZAÇÃO para o acompanhamento dos testes.

OUTROS ENCARGOS DE RESPONSABILIDADE DA CONTRATADA

A CONTRATADA propiciará, para fim de inspeção e testes, à FISCALIZAÇÃO do SAAE Ganhães livre acesso a todos os setores da(s) fábrica(s) que se relaciona(m) com o fornecimento dos equipamentos.

Propiciará também, todas as facilidades e informações para que a FISCALIZAÇÃO possa cumprir suas tarefas a contento.

É também encargo/responsabilidade da CONTRATADA o custo do arranjo e providências relativas a assistência, trabalho, materiais, eletricidade, combustível, armazenamento, aparelhos, máquinas e instrumentos, laboratórios, mão-de-obra especializada, etc., necessários para execução dos testes/inspeções.

A CONTRATADA providenciará às suas custas, amostras de materiais selecionadas a critérios estipulados pela FISCALIZAÇÃO, para a realização de testes/inspeções. Estas amostras serão inspecionadas antes das mesmas serem incorporadas/instaladas nos equipamentos.

Nos casos dos testes não se completarem dentro do prazo previsto por causas imputáveis à CONTRATADA, será marcada nova data para realização dos mesmos em comum acordo com a FISCALIZAÇÃO.

Neste caso, também as despesas de viagem, condução, alimentação, alojamento, etc. da FISCALIZAÇÃO ficarão a cargo da CONTRATADA.

REPETIÇÃO DOS TESTES

Caso haja defeito de fabricação, mão-de-obra inadequada ou outra causa que demonstre imperícia ou ineficácia da CONTRATADA na fabricação/condução dos testes, os equipamentos não passarem nos ensaios a que serão submetidos, os custos para repetição de novos testes, bem como as despesas de viagem, condução, alimentação, alojamento, etc. da FISCALIZAÇÃO ficarão a cargo da CONTRATADA.

TESTES A SEREM REALIZADOS

O PBT objeto desta especificação, deverá ser submetido aos seguintes grupos de ensaios:

Os ensaios nos PBT's deverão ser realizados de acordo com a Norma 5410.

Deverá ser testado o funcionamento de cada componente, bem como o funcionamento geral, de acordo com o projeto.

Todos os ensaios de rotina são estabelecidos por normas para cada tipo de equipamento especificado. Estes ensaios serão realizados pela CONTRATADA em sua fábrica e em todas as unidades a serem atendidas.

Os Ensaios de Tipo/Ensaios especiais solicitados serão realizados na unidade fabril da CONTRATADA ou em laboratórios especializados a cargo da CONTRATADA. Serão especificados em tempo oportuno pela, FISCALIZAÇÃO do SAAE Ganhães, o número de unidades de encomenda sobre as quais devam ser executados os ensaios deste grupo.

As avaliações dos resultados dos testes serão feitas em conformidade com o prescrito pelas normas e, na ausência destas, segundo critérios e parâmetros estipulados pela FISCALIZAÇÃO do SAAE Ganhães.

O custo total dos ensaios de rotina estabelecidos por norma a serem realizados na fábrica estará obrigatoriamente incluído no preço do(s) equipamento(s). No entanto, a CONTRATADA indicará na planilha de preços os custos unitários para a realização de cada ensaio de Tipo/Ensaio Especial especificado.

A critério da do SAAE Ganhães, os certificados de ensaios de tipo/especiais de equipamentos de características semelhantes aos especificados poderão ser aceitos para substituir os referidos ensaios. Em tais casos, a CONTRATADA anexará à sua proposta os relatórios de testes com todos os dados para permitir uma criteriosa avaliação por parte do SAAE Ganhães.

4.1.7 DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

APRESENTAÇÃO DOS DESENHOS E DOCUMENTOS

Os desenhos deverão ser executados com símbolos da ABNT.

Os desenhos de arranjo e dimensões dos equipamentos, desenhos estruturais e base de fixação, diagramas esquemáticos, unifilares e trifilares, lista de equipamentos, lista de sobressalentes e lista de plaquetas poderão ser apresentados nos formatos A1 (841 x 594) mm ou A3 (420 x 297) mm.

Os demais desenhos deverão ser apresentados no formato A4 (210 x 297)mm.

Os desenhos e documentos em formatos A3 ou A4 deverão necessariamente possuir capa de apresentação.

A documentação deverá ser apresentada na seguinte seqüência:

1ª parte:
1 - Capa;
2 - Índice;
3 - Índice de revisões;

4 - Simbologia e legenda;
5 - Diagrama unifilar;
6 - Por PBT:
Trifilar;
Funcional;
Borneira;
Iluminação, aquecimento e tomadas;
Transdutores (se houver);
Esquema interno do disjuntor e/ou contator.
7 - Programa de chaves;
8 - Lista de material;
9 - Lista de plaquetas.

2ª parte:
1 - Desenhos dimensionais do PBT;
2 - Desenhos construtivos do PBT.

DESCRIÇÃO E CONTEÚDO DOS DESENHOS E DOCUMENTOS

Diagrama Unifilar

Deverá mostrar o fluxo de potência desde os pontos de recebimento de energia até os pontos de utilização da mesma e conter no mínimo as seguintes informações:

1 - Material, bitola, classe de tensão e corrente nominal dos barramentos;
2 - Tipo, classe de tensão, corrente nominal, capacidade de interrupção, dispositivos de operação e tensão de controle dos disjuntores;
3 - Tipo, classe de tensão e corrente nominal de chaves seccionadoras ou disjuntores;
4 - Tipo, classe de tensão, corrente nominal, capacidade de interrupção e tensão de controle dos contatores;
5 - Tipo, classe de tensão, corrente nominal e capacidade de interrupção de fusíveis;
6 - Tipo, classe de tensão, quantidade, relação de transformação e classe de precisão de transformadores de corrente e de potencial;
7 - Tipo, escala, quantidade e classe de precisão dos instrumentos de medição;
8 - Tipo, quantidade, código numérico de função, faixa de ajuste, corrente mínima de atuação e tempo de operação dos relés de proteção;

9 - Indicação de intertravamento e alarmes;
10 - Indicação de demanda de cada alimentador;
11 - Indicação da quantidade e seção nominal de cabos ou barras de entrada e saída.

Diagrama Elementar

a) - Objetivo e Conteúdo

Terá por objetivo transmitir de maneira simples e mais completa possível a operação do PBT. Cada diagrama elementar deverá ser subdividido em circuitos de potência, circuitos de controle e circuitos de sinalização.
Os circuitos de sinalização desde que simples, poderão ser agrupados em uma única folha.

b) - Forma e Apresentação

As folhas do conjunto deverão ser numeradas de forma seqüencial e conter todas as indicações necessárias ao entendimento da operação e funcionamento do equipamento.

Havendo algum dispositivo complexo cujo diagrama esquemático não seja útil para compreensão do diagrama elementar, tal diagrama esquemático deverá ser substituído por um retângulo contendo o nome do dispositivo, nesse caso deverá ser emitido um diagrama elementar específico para o dispositivo em questão.

Todos os componentes de uma mesma função deverão ser preferencialmente representados em uma mesma folha.

Relacionar sempre outros desenhos e documentos que possam auxiliar na compreensão do diagrama.

Cada folha deverá ser dividida em colunas para facilitar a localização dos componentes, a numeração das colunas se fará da esquerda para a direita em formato A3

c) - Circuito de Potência

Deverá ser representado por um diagrama trifilar, contendo todos os componentes dos circuitos de força, circuitos de proteção e medição e indicação das características principais destes componentes.

Os contatos dos relés deverão ser mencionados perto de sua bobina, indicando-se a folha e a coluna onde serão utilizados.

Os barramentos principais deverão ser representados na posição horizontal e os barramentos secundários, cabos e outros componentes representados na posição vertical.

Os bornes terminais deverão ser mostrados já devidamente identificados, essa identificação será obrigatoriamente a mesma a ser utilizada nos diagramas de interligação.

d) - Circuitos de Controle e Sinalização

Os circuitos de controle e sinalização deverão ser representados na posição vertical, colocados entre duas linhas horizontais que representem o barramento de controle.

A denominação dos componentes deverá ficar ao lado esquerdo do símbolo e a denominação dos bornes ao lado direito do símbolo.

Os barramentos de controle deverão ser interligados e claramente diferenciados dos demais por sua própria designação.

Na parte superior da folha deverá ser deixado um espaço para indicações relativas a diferentes funções e sub-funções apresentadas na folha.

e) - Contatos Auxiliares de Relés e Contatores

Na parte inferior da folha, e na mesma coluna de cada bobina de relé ou de contator, deverá ser colocada uma tabela com informações sobre todos os contatos de dispositivo em questão.

A tabela deverá ser identificada pelas letras “NA” (contato normalmente aberto) e “NF” (contato normalmente fechado), a marcação dos contatos terá como propósito definir o endereço de onde serão usados, feito através de dois números: o número da folha e o número da coluna onde se encontra o contato.

Um traço horizontal significará contato não utilizado, para os contatores deverá ser acrescentada uma terceira coluna a esquerda da tabela de contatos, identificado pela letra “P” (contato principal)

Os contatos deverão ser caracterizados pela própria designação do relé ou contator a que pertencem, abaixo da designação do contato e separados por um traço, aparecerão dois números representando, respectivamente, o número da folha e o número da coluna onde será encontrado o componente ao qual pertence o contato.

Nos casos em que a bobina do relé ou contator e os respectivos contatos encontrarem-se na mesma folha, poderá ser dispensada a indicação da folha.

Memórias de Cálculo

Para todos os campos onde for necessária a execução de cálculos, (por exemplo, o dimensionamento dos esforços para os valores de curto-circuito), deverão ser fornecidas as respectivas memórias as quais deverão conter:

1 - Dado do projeto básico utilizado para cálculo inicial;
2 - Métodos de cálculo;
3 - Referências bibliográficas

Desenhos Dimensionais

Os desenhos dimensionais apresentarão os arranjos físicos e exigências de montagem do equipamento.

Deverão indicar as dimensões principais do equipamento e detalhes de fixação, bem como a disposição física dos barramentos, disjuntores, seccionadoras, fusíveis, relés, régua de bornes, etc.

Os equipamentos instalados no PBT deverão ser identificados de acordo com os esquemáticos e nas listas de equipamentos.

Lista de Componentes

Deverá ser emitida uma lista detalhada de componentes e dispositivos usados.

A lista de equipamentos deve conter dados suficientes para a respectiva identificação nos catálogos enviados, precisando as características principais e os acessórios.

Nas primeiras páginas deverão ser citadas todas as características dos componentes utilizados.

Nas páginas seguintes deverá ser apresentada uma listagem dos componentes na ordem em que aparecerem no diagrama elementar contendo as seguintes informações:

1 - Designação do componente no diagrama elementar;
2 - Função do componente.
3 - Localização do componente.

Lista de Sobressalentes Recomendados

A lista de sobressalentes deverá incluir:

1 - Peças, componentes, dispositivos e acessórios que não serão usados durante a montagem inicial, mas que deverão ser estocados para reposição futura devido a quebra ou desgaste natural.

A quantidade constante na lista deverá ser suficiente para substituição por um período mínimo de doze meses.

O fabricante deverá prever uma tela articulável e removível entre as partes energizadas e as portas traseiras, a fim de que se evite o contato acidental com cabos de força ou barramentos.

Lista de Plaquetas

A lista de plaquetas deverá conter as seguintes informações:

1 - Inscrição, quantidade, tipo e material de cada plaqueta;
2 - Cor de plaqueta e dos caracteres;

3 - Dimensões da plaqueta e dos caracteres;
4 - Desenho na escala 1.1 de cada tipo de plaqueta.

Aprovação de Desenhos

Os desenhos retornarão ao FABRICANTE no prazo de 30 dias após recebimento com um dos seguintes registros:

- APROVADO –
O FABRICANTE pode iniciar a construção.

- APROVADO COM COMENTÁRIOS -
O FABRICANTE pode iniciar a fabricação desde que atenda aos comentários. O desenho com as devidas alterações deverá ser submetido a aprovação.

- NÃO APROVADO -
O FABRICANTE não pode iniciar a fabricação. Com as devidas alterações o desenho deverá ser submetido a aprovação.

Todos os desenhos aprovados deverão fazer parte do manual de instruções.

Caso o FABRICANTE autorize a fabricação antes da data de aprovação do SAAE Ganhães, todos os riscos serão de sua responsabilidade devendo providenciar sem acréscimo de custos e prazo eventuais modificações solicitadas.

No mínimo 20 dias antes do início dos testes, o FABRICANTE deverá comunicar e enviar ao SAAE Ganhães dois conjuntos de cópias opacas dos documentos finais relativos ao seu fornecimento.

Após ensaio e liberação dos equipamentos deverá ser fornecido um conjunto de desenhos em cópia vegetal de boa qualidade e duas copias do manual de instruções.

É desejável que o manual de instruções seja fornecido em disquete, devendo o proponente informar em sua proposta, qual o editor de texto que será utilizado.

O SAAE Ganhães reserva-se o direito de solicitar além da documentação já mencionada, todas as outras informações que julgar necessárias à aprovação, instalação, operação e manutenção dos equipamentos.

A aprovação pelo SAAE Ganhães dos documentos finais de projetos não exime o FABRICANTE de responsabilidade sobre o bom desempenho e operação dos equipamentos objeto de seu fornecimento.

4.1.8 MANUAL DE INSTRUÇÕES

O manual deverá conter todos os desenhos aprovados a ser dividido em cinco seções conforme descrito abaixo.

SEÇÃO 1 – MANUSEIO

Esta seção deve conter informações completas e detalhadas quando ao sistema de marcação adotado durante a fabricação, indicação dos pontos de levantamento e apoio, restrições quanto a posição de movimentação, instruções sobre armazenagem, etc.

SEÇÃO 2 – MONTAGEM

Esta seção deve conter instruções de todos os procedimentos e precauções a serem observados durante a montagem do PBT, com informações detalhadas para orientação tanto do superior de montagem como para a firma montadora conforme descrito abaixo:

1 - Preparação;
2 - Instalação;
3 - Fixação;
4 - Conexões de baixa tensão;
5 - Conexões dos cabos de força;
6 - Conexões dos circuitos de aterramento;
7 - Acessórios de proteção pessoal.

SEÇÃO 3 – ENSAIOS DE CAMPO

Esta seção deve incluir as diretrizes a serem seguidas e os métodos a serem adotados para a verificação da exatidão da montagem do PBT.

Deve incluir também uma descrição de todos os instrumentos a serem utilizados e um roteiro de execução de ensaios.

SEÇÃO 4 – OPERAÇÃO

Esta seção deve conter instruções para a efetiva operação do PBT, tais como os procedimentos para operação, inclusive uma lista completa de todas as verificações e suas sequências, detalhes de todas as medidas rotineiras, de cuidados e de emergência, recomendações quanto a observações a serem registradas periodicamente, etc.

SEÇÃO 5 – MANUTENÇÃO

Esta seção deve conter instruções detalhadas para possibilitar a manutenção do PBT tais como:

1 - Informações detalhadas, incluindo diagramas eletrônicos para pesquisa de defeitos, calibração e operação dos circuitos eletrônicos de todos os componentes eletrônicos;
2 - Catálogos e publicações pertinentes, elaborados pelos diversos fabricantes dos componentes;
3 - Lista de sobressalentes, ferramentas e instrumentos especiais a manutenção;
4 - Roteiro com discriminação e detalhamento para realização de manutenção preventiva e corretiva no PBT e seus componentes;
5 - Documentos de projeto do PBT;
6 - Identificação comercial dos componentes (inclusive dos componentes do PBT / equipamento que possuam circuitos eletrônicos distintos);
7 - Identificação de níveis, sinais e curvas de tensão nos pontos de testes dos circuitos eletrônicos;
8 - No caso de semicondutores, o FABRICANTE deverá fornecer a identificação do componente substituído, caso não haja o componente original disponível no mercado nacional;
9 - Manuais de serviços de todos os relés de proteção, medidores e componentes do PBT com instruções pormenorizadas de aferição, calibração, lubrificação e testes,

Os manuais citados acima deverão ter volume distintos, encadernados em espiral contínuo.

Nota: Todos os documentos pertinentes ao presente fornecimento (projetos, memórias, manuais, relações de materiais, etc.) deverão ser entregues na língua portuguesa e também em meio magnético (CD). Os desenhos em AUTOCAD RELEASE 14 em arquivos .DWG, e os textos em WORD 97 e EXCEL nos formatos .DOC e .XLS respectivamente e editáveis.

4.1.9 GARANTIA

A CONTRATADA deverá apresentar juntamente com a proposta, um "Termo de Garantia" que deverá cobrir quaisquer defeitos de projeto, fabricação, falha de material e mão-de-obra relativa ao fornecimento.

O fabricante, através do "Termo de Garantia", deverá garantir todo o equipamento, inclusive materiais de terceiros contra defeitos de projeto, mão-de-obra e material, por um prazo de 24 (vinte e quatro) meses após a aceitação do equipamento ou 12 meses de operação.

Qualquer reparo, projeto e/ou substituição, inclusive mão-de-obra necessária terá sua despesa creditada à CONTRATADA.

A data dos referidos testes de campo será informada ao fabricante do equipamento em tempo hábil.

Na hipótese de parte ou totalidade dos componentes, peças e acessórios dos equipamentos não ser de fabricação da CONTRATADA, em nome do qual será emitida a ordem de compra, fica o mesmo responsável pela garantia no que se refere a componentes, peças e acessórios fornecidos por terceiros.

A proposta deverá confirmar o "Termo de Garantia" acima mencionado e a ausência de confirmação será considerada pelo SAAE Ganhães, como indicação de aceitação do mesmo.

O "Termo de Garantia" estará, obviamente, restrito as Condições Normais de Manuseio e Operação dos equipamentos e não poderá ser substituído pelas "Condições Gerais de Venda e Garantia" da CONTRATADA, a menos que tais "Condições Gerais" confirmem e incluam, claramente em seu texto, as exigências acima descritas.

4.1.10 ASSISTÊNCIA TÉCNICA

A CONTRATADA, caso solicitado, deverá prestar assistência técnica ao SAAE Ganhães, durante as fases de instalação, testes e colocação dos equipamentos em operação.

A proposta deverá confirmar a assistência técnica e indicar os respectivos custos, devidamente itemizados e em separado dos demais custos.

4.2 PARTE II – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

4.2.1 INTRODUÇÃO

O Quadro de Comando de Motores / Quadro de Automatização compreende dispositivos de proteção associados a equipamento de medição e controle, convenientemente dispostos, suportados, interligados e acondicionados em invólucro metálico, doravante denominado, nesta especificação, de Painel de Baixa Tensão.

O escopo de fornecimento objeto desta especificação, compreende o projeto, fabricação, ensaios, entrega, supervisão de montagem e de comissionamento de QCM's com inversores de frequência em 220V com controle e partida direta conforme projeto, bem como Quadro de Automatização (PDA), para o Sistema de Abastecimento de Água de Ganhães, a ser implantado pelo SAAE Ganhães.

Em complementação a esta Especificação verificar o diagrama trifilar de força, comando e sinalização no conjunto de desenhos elétricos desta obra. O diagrama de comando é apenas orientativo e deverá ser confirmado pelo fabricante.

NOTA: O fornecedor poderá propor uma confirmação para os painéis sem prejuízo da qualidade e funcionamento à época da obra, desde que aprovado pela fiscalização do SAAE Ganhães e em acordo com a área operacional.

4.2.2 CONDIÇÕES GERAIS PARA O FORNECIMENTO

O proponente deverá atender a todos os itens desta especificação para sua efetiva participação na licitação e fornecimento do PBT em epígrafe.

4.2.3 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS PARA O FORNECIMENTO

A classificação do PBT deverá ser NEMA classe II, ou seja, os módulos possuem intertravamentos e interligações (podendo incluir comandos remotos) e toda a fiação de controle e força se estende dos blocos terminais de cada módulo até os blocos terminais principais localizados junto a base do PBT, no caso dos circuitos de força, e no PBT de régua de bornes, no caso dos circuitos de comando.

4.2.4 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS DO PDT

TIPO

Os quadros serão do tipo armário, para fixação em parede e/ou sobre piso, com porta e fechadura, conforme especificado, apropriado para instalação abrigada e/ou ao tempo, grau de proteção IP-54.

ESTRUTURA E CHAPARIA

O PBT deverá ser construído em chapa e estruturado em perfis, ambos em aço, de bitola mínima No. 12 USG ou 2,78 mm. As chapas deverão ser fixadas à estrutura sem utilização de solda.

PARTE FRONTAL

A parte frontal deverá ser tipo armário e a porta deverá ser equipada com dobradiças ou trilhos em número adequado e com fechadura de segurança e provida de chave tipo Yale.

ALÇAS DE LEVANTAMENTO

O PBT deverá ter alças para levantamento, parafusadas, de maneira a permitir fácil transporte e manuseio; deverá ser previsto e fornecido dispositivo para fechamento dos orifícios de fixação das alças após retirada das mesmas.

BASE DE FIXAÇÃO E CHUMBADORES

O PBT deverá ter base de fixação em perfil "U" de dimensões adequadas e apropriadas para instalação apoiada em mureta de alvenaria. A fixação da base será através de chumbadores tipo "Expansão", os quais deverão fazer parte integrante do fornecimento.

ACESSO DOS CABOS

O acesso dos cabos será feito pela face inferior do cubículo, sendo os cabos de baixa tensão instalados na parte posterior e os cabos de controle instalados em canaletas na parte frontal do PBT.

BARRAMENTOS

Os barramentos serão constituídos de cobre eletrolítico em barras retangulares, dimensionadas de acordo com as correntes nominais dos circuitos e fixadas rigidamente à estrutura por meio de suportes isolantes. O conjunto será adequado para suportar os esforços eletrodinâmicos correspondentes à máxima corrente de curto-circuito prevista.

A elevação de temperatura do ponto mais quente do barramento, à corrente nominal, não deverá ultrapassar 65°C, para temperatura ambiente de referência de 40°C e contatos com faces prateadas.

Os barramentos deverão ser identificados utilizando-se as seguintes cores:

Verde: .....Fase R
Amarelo: .....Fase S
Violeta: .....Fase T
Prateada: .....Barra de Terra
Preto: .....Neutro

PINTURA

a) Tratamento

Todas as superfícies metálicas não condutoras de corrente elétrica deverão ser pintadas e submetidas, no mínimo, ao tratamento descrito a seguir, o qual deverá proporcionar boa

resistência a óleos e graxas, grande durabilidade de cores, resistência à corrosão, boa aparência e fino acabamento.

b) Preparação das Superfícies

- Eliminar respingos de soldas e carepas com rebolos ou politrizes;
- Eliminar rebarbas e quebrar cantos;
- Remover óleos e graxas utilizando solvente orgânico, não sendo mais permitido contatos manuais ou de materiais gordurosos com as partes já limpas;
- Jatear com areia ou granalha de aço até grau comercial, especialmente nos cantos, dobras e locais de difícil acesso. (obs.: para peças pequenas utilizar decapagem química);
- Remover poeira, utilizando-se ar comprimido limpo e seco;
- Aplicar tratamento de fosfatização ;
- Aplicar sobre a fosfatização 2 (duas) demãos de tinta de base anti - corrosiva (Primer), através de processo eletrostático.

c) Acabamento Final

As superfícies externas deverão receber, no mínimo 2 (duas) demãos de esmalte sintético na cor padrão cinza RAL 7032, exceto a base de fixação do cubículo que deverá ser na cor preto fosco.
As superfícies internas deverão receber acabamento final com duas ou mais demãos de esmalte reativo, na cor laranja 2,5 YR6/14 Munsell.
Todos os parafusos, porcas e arruelas deverão ser zincados ou bicromatizados por imersão a quente.

Espessura mínima da camada de pintura:
- pintura externa: 90 microns
- pintura interna: 60 microns

A aderência mínima deverá ser Gr.3, conforme MB 985.

FIAÇÃO

O fabricante do PBT deverá instalar toda a fiação interna de acordo com os requisitos a seguir:

A fiação deverá ser feita com cabos de cobre flexível e de bitola adequada à corrente a ser transportada, porém não menor do que 1,5 mm2 de seção. Nos casos de circuitos de transformadores de corrente não deverá ser inferior a 2,5 mm2. Os cabos deverão ter isolamento para, no mínimo, 750 V em composto termoplástico não propagante de chamas.

Sempre que possível, a fiação deverá ser instalada em canaletas ou dutos. A fiação exposta deverá ser a mínima possível e sempre agrupada em conjuntos compactos e instaladas nos cantos, horizontal ou verticalmente, com dobras quase retas. Os suportes para fiação deverão ser rígidos e em material à prova de corrosão.

Não serão aceitas emendas nos cabos. Todas as conexões deverão ser feitas através de bornes com LED’s indicativos. A fiação deverá ser feita de modo que haja apenas um cabo em qualquer dos bornes das réguas e, no máximo, dois nos terminais dos aparelhos.

A fiação dos circuitos de proteção e comando que passar pelo compartimento de média tensão deverá ser instalada dentro da canaleta metálica.

Todos os "jumpers" necessários deverão ser realizados com pontes conectoras nos bornes. Para isto, todos os bornes de mesmo potencial deverão estar agrupados em um único bloco de uma mesma régua.

Nas ligações entre as partes fixas e móveis do PBT, por exemplo, porta, os cabos deverão ter comprimento e flexibilidade suficientes e pelo menos uma das extremidades do cabo deverá ser conectada à régua de bornes.

Todas as extremidades dos cabos deverão receber conectores terminais de compressão tipo "pino", "baioneta" ou "garfo" apropriados para fixação aos terminais dos aparelhos e aos bornes das réguas por meio de parafusos.

Todos os cabos para circuito de corrente deverão ter terminais do tipo olhal e serão conectados em bornes apropriados para este tipo de terminal.

As réguas deverão ser constituídas de bornes individuais, do tipo moldado, fixados a trilhos metálicos. Não será permitido o uso de bornes em que o parafuso de fixação entre em contato direto com o cabo, ou bornes que prendam o cabo através de pressão de molas.

Todos os parafusos, porcas e arruelas a serem utilizados em pontos de conexão elétrica deverão ser bicromatizados.

Os bornes deverão possuir marcação visível de acordo com os diagramas elementares e de interligação.

As conexões às réguas de bornes deverão ser agrupadas tendo em vista o arranjo e as réguas deverão ser localizadas de modo a facilitar a fiação externa.

Bornes sobressalentes deverão ser fornecidos e instalados num total de 5% para cada tipo utilizado.

Para facilidade de manutenção, os cabos deverão ser codificados por cores e identificados em ambas às extremidades de acordo com os diagramas aprovados. A fiação interna do PBT deverá obedecer ao seguinte código de cores:

Circuitos de medição de tensão: .....branco
Secundário de TC: .....amarelo
Aterramento: .....verde
Alimentação auxiliar de CA: .....preto
Comando: .....cinza

VENTILAÇÃO

O PBT deverá possuir venezianas para ventilação, equipadas com filtros removíveis que impeçam a entrada de insetos e objetos estranhos.

As aberturas deverão ser suficientes para transferir para o exterior do PBT, por ventilação natural, o calor gerado por condutores e/ou componentes.

Quando previsto em projeto, deverá ser instalado um sistema de ventilação forçada no interior do quadro e que seja capaz de dissipar todo o calor gerado por seus componentes. O seu acionamento será através do diagrama de comando.

RESISTOR DE AQUECIMENTO

Deverá ser previsto, sempre que solicitado em projeto, instalação de resistor de aquecimento, com o respectivo termostato regulável, de potência suficiente para evitar condensação de umidade dos componentes. A tensão para alimentação dos resistores será de 220V 60Hz, proveniente de fonte externa ao PBT. Deverão ser previstos meios de se energizar estes resistores durante o período de armazenagem, sem que para isto seja necessária a retirada total ou parcial da embalagem do equipamento.

ILUMINAÇÃO E TOMADA

O PBT deverá possuir iluminação interna através de lâmpadas do tipo fluorescentes compactas eletrônicas, de potência suficiente, em 220V, 60Hz, localizada preferencialmente no teto. O comando de iluminação far-se-á automaticamente através de interruptor pela abertura da porta.

Deverá também ser instalado, quando previsto, uma tomada para manutenção 220V - 10A - bifásica (2 fases + terra).

A tomada deverá ter identificação do seu nível de tensão através de plaqueta acrílica afixada no espelho da mesma.

ATERRAMENTO

Ao longo da parte inferior do PBT e aparafusadas à carcaça dos mesmos deverá ser prevista uma barra de aterramento em cobre eletrolítico de dimensões mínimas 6 x 25 mm.

Em ambas as extremidades desta barra deverão ser instalados conectores para interligação da mesma à malha geral de aterramento. Estes conectores deverão ser apropriados para cabos de seção nominal 35 mm^2 a 70 mm_2.

A Barra de Aterramento deverá ser estanhada e possuir pontos de conexão reserva espaçados de 5 (cinco) centímetros.

PLACAS DE IDENTIFICAÇÃO

O PBT e acessórios nele instalados deverão ser identificados de maneira apropriada. Os dizeres de cada plaqueta deverão ser aprovados pelo SAAE Ganhães e obedecer à codificação constante dos desenhos anexos.

As plaquetas serão aparafusadas, não sendo aceito o uso de cola. Deverão ser confeccionadas com lâminas de plástico ou acrílico de aproximadamente 3 mm de espessura, e não podendo ser instaladas em partes removíveis do PBT.

As inscrições deverão ser gravadas em branco com fundo preto, de material durável e facilmente legível à no mínimo 2 metros de distância. Todas as peças componentes e acessórios internos ao PBT deverão ser identificadas por crachás afixados através de braçadeiras plásticas, com gravações pretas em fundo branco.

A marca ou símbolo do fabricante não deverá aparecer na parte frontal do PBT.

No interior do PBT deverá ser instalada uma placa de identificação de alumínio anodizado com, pelo menos, as seguintes indicações:

- Identificação do PBT;
- Nome do fabricante;
- Ano e local de fabricação;

- Tipo ou série de fabricação;
- Tensão e frequência nominais;
- Tensão máxima de operação;
- Corrente nominal;
- Máxima corrente de curto-circuito;
- Nível básico de isolamento;
- Peso do cubículo.

PORTA DOCUMENTOS

O PBT deverá ter um porta documentos afixado à porta frontal, apropriado para guarda dos respectivos desenhos.

FLANGE DE PASSAGEM DOS CABOS DE INTERLIGAÇÃO

O PBT deverá ser fornecido com flanges aparafusados destinados à passagem dos cabos de interligação externa, provendo área suficiente para a instalação e passagem dos cabos elétricos através do fornecimento de dispositivos adequados à vedação, isolamento elétrico, segregação e fixação dos cabos de interligação externa na entrada do PBT. Para cabos em baixa tensão, são opções o fornecimento de prensa cabos adequados ou o uso de flanges bipartidos compostos 2 placas individuais, cuja junção entre as placas, afixada sob as mesmas, será composta por chapa de borracha macia e flexível com a função de prover vedação na entrada dos cabos no PBT.

4.2.5 CARACTERÍSTICAS MÍNIMAS EXIGIDAS PARA COMPONENTES DO PDT

DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS

Características Principais:

Todos os disjuntores serão tripolares, bipolares e monopolares, equipados com dispositivo de proteção contra sobrecarga e curto-circuito e curvas características conforme a NBR IEC 947-2.

Serão robustos, resistentes a impactos e completamente vedados para evitar a entrada de poeira e umidade e terão as seguintes características principais:

Tensão nominal: .....240 ou 500 Vca (conforme aplicação)
Dispositivos magnéticos: .....adequados às necessidades de proteção e seletividade

Capacidade de ruptura:

Até 75A: .....10 kA
De 75 à 300A: 30kA
Acima de 300A: .....42 kA

Mecanismo de Operação:

Os disjuntores serão manipulados manualmente através de um punho, que poderá assumir uma das três posições indicadas a seguir:
Posição disjuntor aberto;
Posição disjuntor fechado;
Posição disjuntor disparado.

CONTADORES MAGNÉTICOS

Características Principais:

Os contatores serão tripolares, tipo seco, e terão as seguintes características principais:
Tensão nominal da bobina: .....220 Vca ou 24Vcc (conforme indicado em planta)
Categoria: .....AC-3 (conforme Norma IEC)
Corrente de curta duração: .....conforme Norma IEC-158-1

As bobinas dos Contatores Magnéticos suportarão uma sobretensão de 10% e fecharão com segurança, com 85% da tensão nominal.

Circuito de Controle

As bobinas e demais componentes de controle serão dimensionados para 220 VCA (+10%, -15%), conforme especificado. As bobinas do tipo "tropicalizada" serão dimensionadas para a condição permanentemente energizada.

Todos os contatos serão facilmente substituíveis sem haver necessidade de ferramentas especiais.

RELÉ DE SOBRECARGA (TÉRMICOS)

Os relés de sobrecarga (térmicos), quando utilizados em separado, serão do tipo de rearme manual, tripolar com corrente de disparo ajustável, providos de compensação para a temperatura ambiente e fornecidos com um contato extra para a sinalização. Suas características serão compatíveis com as características de corrente e tensão dos contatores magnéticos e características de tempo perfeitamente seletivas com as do dispositivo de proteção contra curto-circuito dos disjuntores.

FUSÍVEIS

Devem atender as exigências da norma VDE 0635/3 (Specification for totaly Enclosed Cartridge Fuses And Line Protection 500 and 750 V Up to 200 A) e norma VDE 0660. Os fusíveis com capacidade ate 25A, inclusive, serão Diazed, acima desta corrente deverá ser do tipo NH, e deverão vir providos de todos os acessórios necessários, tais como base, tampa, parafuso de ajuste.

TRANSFORMADORES DE CORRENTE BT

Os transformadores de corrente serão do tipo seco, para instalação interna, com as seguintes características:

Corrente secundária nominal: .....5 A
Classe de precisão para medição (ANSI): 1,2C
Classe de precisão para proteção (ANSI): 10B
Fator de sobrecorrente: 20
Fator térmico: 1,2

INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

Poderá ser fornecido instrumento de medição do tipo ferro móvel ou instrumento digital de medição multifunção, contendo as seguintes funções:

Amperímetro;
Voltímetro;
Wattímetro.

INVERSORES DE FREQUÊNCIA

a) – Características gerais:

Conversor de partida e parada estático destinado à aceleração, desaceleração e proteção de motores de indução trifásicos, interface com teclado de membrana táctil, programação flexível, auto diagnóstico de defeitos e auto-reset, indicação de grandeza específica, IHM destacável.

O conversor deverá possuir um filtro interno em sua entrada que impede problemas na rede elétrica externa causados por Interferência Eletromagnética (EMI) gerado pelo próprio equipamento. Caso seja necessário, o fabricante deverá fornecer junto com o equipamento um filtro de rádio-frequência que deve ser montado próximo à alimentação do conversor, estando tanto o conversor como o filtro mecanicamente sobre uma placa de montagem metálica aterrada, havendo bom contato elétrico entre a chapa e os gabinetes dos equipamentos.

b) – Características técnicas:

Tensão 220V
Frequência 50/60Hz
Tipo de alimentação fonte ..... chaveada
Regime de Partida pesado.....Ip/In 450% durante 20s.....10 partidas/hora
Entradas digitais .....2 programáveis fotoacopladas
Entradas analógicas .....1 programável diferencial 4..20mA
Saídas..... digitais 2NA + 1NA/NF 250V 1A
Comunicação com interface serial .....RS-232 ou RS-485
Comunicação com redes “Field Bus” .....ProfBus DP, DeviceNet ou ModBus
Função de proteção contra golpe de ariete em bombas, economia de energia, rampa de aceleração e desaceleração programáveis, pulso de tensão na partida programável;
Proteções contra .....sobretensão e subtensão, sobretemperatura, sobrecorrente na saída, sobrecarga no motor, erro de hardware, defeito externo e erro de comunicação serial, curto-circuito na saída, erro de programação e erro de auto-ajuste
Interface homem-máquina comandos .....Liga/Desliga, Parametrização, Incrementa/Decrementa parâmetros

Interface homem-máquina supervisão .....temperatura do dissipador, corrente de saída do motor, tensão de saída do motor, mensagens de erro/defeito, fator de potência na saída, potência aparente fornecida a carga
Temperatura ambiente .....0..40ºC
Umidade ambiente .....5..90% sem condensação
Altitude ....0..1000m
Conformidade/Normas .....EMC diretiva 89 / 336 / EEC – Ambiente industrial, EN 61800-3, LVD 73 / 23 / EEC – Diretiva de Baixa Tensão

b) – Testes / Níveis de Severidade Suportáveis:

- Resistência a vibrações mecânicas;
- Suportabilidade a choques;
- Transitórios elétricos rápidos;
- Compatibilidade eletromagnética (EMC);
- Interferência por descarga eletrostática (8kV)

Os fusíveis ultra-rápidos para proteção do conversor/inversor devem ser dimensionados pelo fabricante e fornecidos junto com o equipamento.

DISPOSITIVOS AUXILIARES

a) - Sinaleiros

Os sinaleiros serão para instalação semi-embutida, furação mínima de 30,5 mm, sinalização através de diodos eletroluminiscentes (Leds), visor saliente com plaqueta de identificação.

O fabricante deverá providenciar os dispositivos necessários para interligá-las ao circuito de 220Vca ou de 24Vcc (conforme indicado em planta).

Os sinaleiros deverão obedecer aos seguinte código de cores:

Verde : Equipamento ligado;
Vermelho: Equipamento desligado;
Amarelo : Proteções.

b) - Botões de Comando Pulsadores

Os botões de comando pulsadores serão para instalação semi-embutida, redondos com guarda total alta, furação 30,5 mm fornecidos com plaqueta de identificação.

Os botões de comando deverão obedecer ao seguinte código de cores:

Verde: Desliga;
Vermelho: Liga ;
Preto: Teste de Lâmpada.

Os contatos deverão ser dimensionados para 10A e com capacidade de interrupção mínima igual a 1A indutivo em 125 Vcc.

c) – Chaves Comutadoras

As chaves comutadoras deverão ter 04 (quatro) posições, dando uma delas a posição desligada e as 03 (três) demais para a aplicação.

As chaves deverão ter acondicionamento frontal e características nominais coerentes com a tensão e a corrente do circuito ao qual se aplicam. A montagem será semi-embutida na parte frontal dos cubículos. As chaves deverão ter plaquetas indicativas da seleção efetuada.

Os punhos das chaves deverão ser de material isolante com resistência mecânica adequada. As coberturas das chaves deverão ser facilmente removíveis para inspeção dos contatos.

d) – Horímetro – Totalizador de Horas

Os horímetros deverão ser para instalação semi-embutida na face frontal do PBT montados, em caixa compacta, a prova de pó, apropriados para clima tropical e ligações na parte traseira.

Deverá ser do tipo digital com números legíveis a pelo menos 3 metros de distância do cubículo.

Caso o instrumento de multimedição já ofereça esta função, será dispensada a aquisição deste componente.

PROTEÇÕES CONTRA SOBRETENSÕES

Todos os dispositivos de proteção, controle e medição, especialmente estáticos, deverão ser protegidos contra sobretensões, tanto induzidas fora dos cubículos pela fiação a ele conectado, quanto no interior dos mesmos pelo seccionamento de circuito indutivos ou capacitivos.
Sempre que o equipamento não puder suportar os testes de tensão exigidos nesta especificação, seus terminais de entrada deverão protegidos por circuitos contendo capacitores, varistores, diodos zener, etc conectados de modo a descarregar picos de tensão para a terra.

A fim de prevenir a geração interna de sobretensão nos componentes de CC, as bobinas dos relés, disjuntores, contatores ou outros componentes alimentados com este tipo de corrente deverão ser providos de circuitos de descarga devidamente dimensionados para tal finalidade.

Nos circuitos de entrada e saídas de controle para uso remoto, provenientes de circuitos eletrônicos, deverão possuir isolação galvânica com isolamento mínimo de 1.000 volts.

Proteção contra Surtos e Descargas Atmosféricas

Deverá ser inserida uma proteção contra surtos, transitórios e descargas atmosféricas, para todos os equipamentos eletrônicos, composto, no mínimo, de:

- Protetor contra descargas atmosféricas, plugável, para montagem em trilho NS35 e NS32, circuito de proteção cascata com 3 níveis, compostos de centelhadores, varistores e diodos supressores configurados em modo diferencial, acondicionados no plug, e indutores de desacoplamento localizados na base. Deverá possuir as seguintes características:

Corrente nominal: 2 A
Tensão nominal: 156 V
Tensão máxima: 171 V
Capacidade de drenagem de corrente de surto: 10 kA (8/20 μs)
Tempo de resposta: 1ns
Tensão residual: 1,8 x Vn

4.2.6 ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO DO PDT

O Controle de Qualidade do PBT poderá ser feito durante o processo de fabricação, ou após o produto acabado, inclusive os testes de funcionamento após a montagem completa, nas instalações da CONTRATADA ou em local indicado pelo SAAE Ganhães com a devida antecedência, a realização das visitas de inspeção e dos testes de funcionamento.

O SAAE Ganhães só iniciará os testes de recebimento do Quadro de Comando de Motores trifásicos de indução em baixa tensão de posse de duas cópias reproduzíveis, em vegetal de boa qualidade do desenho final e de duas cópias sulfite do mesmo desenho aprovado sem comentários.

O SAAE Ganhães somente aceitará o PBT após emissão do laudo de aprovação pela sua unidade de controle de qualidade e/ou preposto.

4.2.7 REQUISITOS GERAIS

PEÇAS SOBRESSALENTES

O fabricante deverá indicar e cotar à parte (esta cotação não deverá ser parte integrante da proposta) as peças sobressalentes recomendadas para 2 (dois) anos de operação, a serem utilizadas pela manutenção do SAAE Ganhães.

5 MEMORIA DE CALCULO

5.1 INTRODUÇÂO

A presente memória de cálculo tem como objetivo fornecer ao SAAE Ganhães, os parâmetros adotados no dimensionamento de todos os cabos alimentadores de baixa tensão do sistema de abastecimento de água, localizado no município de Ganhães em Minas Gerais e a necessidade de instalação de SPDA para a edificação do laboratório e da sala elétrica.

5.2 MÉTODOS DE CÁLCULOS DE CABOS UTILIZADOS

O dimensionamento de alimentadores, seja de um circuito de distribuição, seja de um circuito terminal, consiste na determinação da seção dos condutores e na escolha dos dispositivos de proteção contra as sobrecorrentes.

O dimensionamento das correntes dos alimentadores obedeceram às seguintes etapas:

5.2.1 Mínima seção normalizada

Conforme Tabela 47 da NBR-5410, a mínima seção normalizada para circuitos de força e iluminação é #2,5mm2.

5.2.2 Critério de corrente

Utiliza-se a fórmula Ic=In/Fc
Onde:
Ic=Corrente Corrigida para Dimensionamento do Alimentador em Àmperes
In=Corrente Nominal
Fc=Fator de Correção de Cabos (Fc=F1xF2xF3)
F1=fator de correção para temperaturas ambientes diferentes de 30ºC para linhas não-subterrâneas e de 20ºC (temperatura do solo) para linhas subterrâneas, conforme tabela 40, da NBR-5410;
F2=fator de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixe e a condutores agrupados num mesmo plano, em camada única, conforme tabela 42, da NBR-5410;

F3=fator de agrupamento para linhas em eletrodutos enterrados, conforme tabela 45 da NBR-5410.

OBS.: A temperatura foi classificada como AA5, conforme tabela 34 da NBR-5410.

5.2.3 Critério de queda de tensão

Conforme a NBR-5410 a queda de tensão máxima entre o transformador e a carga final de 7%,vamos adotar entre o transformador e o painel de baixa tensão uma queda de tensão de 5% deixando uma previsão de queda de tensão de 4% entre o painel de baixa tensão e a carga final de iluminação e 4% para força.

Vamos utilizar a seguinte formula :

$V^1 = [(Ic \times L \times VA) / Vff] \times 100$

Onde;

V^1 = queda de tensão em %

Ic = corrente nominal em amperes

L = comprimento do circuito em kilometros

VA = queda de tensão em V/A. Km

Vff = tensão fase-fase

5.3 CABOS UTILIZADOS

Os cabos de força ou para áreas externas, serão do tipo Afumex 0,6/1,0kV, isolação em EPR, temperatura 90º da Prysmian ou equivalente.

Os cabos para áreas internas a edificação (Iluminação e Tomadas), serão do tipo Superpirastic 450/750V, isolação em PVC, temperatura 70º da Prysmian ou equivalente.

5.4 MEMÓRIA CÁLCULO – CABOS DE BAIXA TENSÃO

Foi utilizado o programa de dimensionamento de cabos da Prysmian, DCE Baixa Tensão, versão 4.0a. Os dados abaixo, foram calculados através deste software.

5.4.1 Alimentação QGBT-01

Dados de entrada

Maneira de instalar:	Eletroduto enterrado
Sistema:	Trifásico+Terra(3F+N+T)(Equil)
Cabo:	Cabo AFUMEX 0,6/1kV unipolar
Número de condutores por fase :	Automático
Seção nominal do condutor :	Automática
Seção mínima de cada condutor:	2.5 mm2
Temperatura ambiente:	30 oC
Conteúdo de harmônicas:	0 %
Dispensada verificação contra contatos indiretos	
Dispensada verificação contra sobrecarga	
Comprimento do circuito	41.0 m
Queda de tensão máxima admitida :	4.00 %
Tensão fase/fase :	220 V
Tensão fase/neutro :	127.02 V
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Resistividade térmica do solo:	2.50 ohm/m
Corrente c.c. presumida (Ikmax):	10.0 kA
Espaçamento entre eletrodutos	Nulo
Número de circuitos	1
Corrente do circuito :	200.0 A
Fator de potência do circuito :	0.92
Fator de demanda :	1.00

Valores calculados

Seção nominal dos condutores :	1 x 120 mm2
Critério de dimensionamento:	Capacidade de corrente
Capacidade de condução de corrente :	1 x 223.2 A
Fator de correção de agrupamento :	1.00
Fator de correção de temperatura :	0.93
Resistência em CA de cada condutor :	0.1970 ohm/km
Reatância indutiva de cada condutor :	0.1001 ohm/km
Queda de tensão efetiva :	1.42 %
Icc presumida mínima ponto extremo (Ikmin) :	5.51e+003 A
I2t de cada condutor para Ikmax :	3.13e+008 A
I2t de cada condutor para Ikmin :	3.31e+008 A
Tempo máximo para atuação da proteção para Ikmax :	3.13e+000 s
Seção nominal do condutor neutro :	1 x 70 mm2
Ver condições para redução do condutor neutro na NBR5410/2004.	
Seção nominal do condutor de proteção :	70 mm2

5.4.2 Alimentação QGBT-02

Dados de entrada

Maneira de instalar:	Eletroduto enterrado
Sistema:	Trifásico+Terra(3F+N+T)(Equil)
Cabo:	Cabo AFUMEX 0,6/1kV unipolar
Número de condutores por fase :	Automático
Seção nominal do condutor :	Automática
Seção mínima de cada condutor:	2.5 mm2
Temperatura ambiente:	30 oC
Conteúdo de harmônicas:	0 %
Dispensada verificação contra contatos indiretos	
Dispensada verificação contra sobrecarga	
Comprimento do circuito	52.0 m
Queda de tensão máxima admitida :	4.00 %
Tensão fase/fase :	220 V
Tensão fase/neutro :	127.02 V
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Resistividade térmica do solo:	2.50 ohm/m
Corrente c.c. presumida (Ikmax):	10.0 kA
Espaçamento entre eletrodutos	Nulo
Número de circuitos	1
Corrente do circuito :	100.0 A
Fator de potência do circuito :	0.92
Fator de demanda :	1.00

Valores calculados

Seção nominal dos condutores :	1 x 35 mm2
Critério de dimensionamento:	Capacidade de corrente
Capacidade de condução de corrente :	1 x 113.5 A
Fator de correção de agrupamento :	1.00
Fator de correção de temperatura :	0.93
Resistência em CA de cada condutor :	0.6686 ohm/km
Reatância indutiva de cada condutor :	0.1105 ohm/km
Queda de tensão efetiva :	2.70 %
Icc presumida mínima ponto extremo (Ikmin) :	1.27e+003 A
I2t de cada condutor para Ikmax :	2.59e+007 A
I2t de cada condutor para Ikmin :	3.40e+007 A
Tempo máximo para atuação da proteção para Ikmax :	2.59e-001 s
Seção nominal do condutor neutro :	1 x 25 mm2
Ver condições para redução do condutor neutro na NBR5410/2004.	
Seção nominal do condutor de proteção :	16 mm2

5.4.3 Alimentação QCMB-01

Dados de entrada

Maneira de instalar:	Canaleta fechada encaix. piso solo
Sistema:	Trifásico+Terra (3F+T)
Cabo:	Cabo AFUMEX 0,6/1kV unipolar
Número de condutores por fase :	Automático
Seção nominal do condutor :	Automática
Seção mínima de cada condutor:	2.5 mm2
Temperatura ambiente:	30 oC
Dispensada verificação contra contatos indiretos	
Dispensada verificação contra sobrecarga	
Comprimento do circuito	6.0 m
Queda de tensão máxima admitida :	4.00 %
Tensão fase/fase :	220 V
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Corrente c.c. presumida (Ikmax):	10.0 kA
Número de circuitos ou de cabos multipolares	3
Disposição dos cabos	Trifólio
Corrente do circuito :	50.0 A
Fator de potência do circuito :	0.92
Fator de demanda :	1.00

Valores calculados

Seção nominal dos condutores :	1 x 16 mm2
Critério de dimensionamento:	Capacidade de corrente
Capacidade de condução de corrente :	1 x 61.6 A
Fator de correção de agrupamento :	0.70
Fator de correção de temperatura :	1.00
Resistência em CA de cada condutor :	1.4665 ohm/km
Reatância indutiva de cada condutor :	0.1186 ohm/km
Queda de tensão efetiva :	0.33 %
Icc presumida mínima ponto extremo (Ikmin) :	5.02e+003 A
I2t de cada condutor para Ikmax :	5.35e+006 A
I2t de cada condutor para Ikmin :	5.47e+006 A
Tempo máximo para atuação da proteção para Ikmax :	5.35e-002 s
Seção nominal do condutor de proteção :	16 mm2

5.4.4 Alimentação QCM-01

Dados de entrada

Maneira de instalar:	Canaleta fechada encaix. piso solo
Sistema:	Trifásico+Terra (3F+T)
Cabo:	Cabo AFUMEX 0,6/1kV unipolar
Número de condutores por fase :	Automático
Seção nominal do condutor :	Automática
Seção mínima de cada condutor:	2.5 mm2
Temperatura ambiente:	30 oC
Dispensada verificação contra contatos indiretos	
Dispensada verificação contra sobrecarga	
Comprimento do circuito	10.0 m
Queda de tensão máxima admitida :	4.00 %
Tensão fase/fase :	220 V
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Corrente c.c. presumida (Ikmax):	10.0 kA
Número de circuitos ou de cabos multipolares	6
Disposição dos cabos	Trifólio
Corrente do circuito :	32.0 A
Fator de potência do circuito :	0.92
Fator de demanda :	1.00

Valores calculados

Seção nominal dos condutores :	1 x 10 mm2
Critério de dimensionamento:	Capacidade de corrente
Capacidade de condução de corrente :	1 x 37.6 A
Fator de correção de agrupamento :	0.57
Fator de correção de temperatura :	1.00
Resistência em CA de cada condutor :	2.3335 ohm/km
Reatância indutiva de cada condutor :	0.1271 ohm/km
Queda de tensão efetiva :	0.55 %
Icc presumida mínima ponto extremo (Ikmin) :	1.88e+003 A
I2t de cada condutor para Ikmax :	2.08e+006 A
I2t de cada condutor para Ikmin :	2.25e+006 A
Tempo máximo para atuação da proteção para Ikmax :	2.08e-002 s
Seção nominal do condutor de proteção :	10 mm2

5.4.5 Alimentação QCM-02/03

Dados de entrada

Maneira de instalar:	Canaleta fechada encaix. piso solo
Sistema:	Trifásico+Terra (3F+T)
Cabo:	Cabo AFUMEX 0,6/1kV unipolar
Número de condutores por fase :	Automático
Seção nominal do condutor :	Automática
Seção mínima de cada condutor:	2.5 mm2
Temperatura ambiente:	30 oC
Dispensada verificação contra contatos indiretos	
Dispensada verificação contra sobrecarga	
Comprimento do circuito	10.0 m
Queda de tensão máxima admitida :	4.00 %
Tensão fase/fase :	220 V
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Corrente c.c. presumida (Ikmax):	10.0 kA
Número de circuitos ou de cabos multipolares	6
Disposição dos cabos	Trifólio
Corrente do circuito :	50.0 A
Fator de potência do circuito :	0.92
Fator de demanda :	1.00

Valores calculados

Seção nominal dos condutores :	1 x 16 mm2
Critério de dimensionamento:	Capacidade de corrente
Capacidade de condução de corrente :	1 x 50.2 A
Fator de correção de agrupamento :	0.57
Fator de correção de temperatura :	1.00
Resistência em CA de cada condutor :	1.4665 ohm/km
Reatância indutiva de cada condutor :	0.1186 ohm/km
Queda de tensão efetiva :	0.55 %
Icc presumida mínima ponto extremo (Ikmin) :	3.01e+003 A
I2t de cada condutor para Ikmax :	5.35e+006 A
I2t de cada condutor para Ikmin :	5.65e+006 A
Tempo máximo para atuação da proteção para Ikmax :	5.35e-002 s
Seção nominal do condutor de proteção :	16 mm2

5.4.6 Alimentação PDM-01

Dados de entrada

Maneira de instalar:	Canaleta fechada encaix. piso solo
Sistema:	Trifásico+Terra (3F+T)
Cabo:	Cabo AFUMEX 0,6/1kV unipolar
Número de condutores por fase :	Automático
Seção nominal do condutor :	Automática
Seção mínima de cada condutor:	2.5 mm2
Temperatura ambiente:	30 oC
Dispensada verificação contra contatos indiretos	
Dispensada verificação contra sobrecarga	
Comprimento do circuito	10.0 m
Queda de tensão máxima admitida :	4.00 %
Tensão fase/fase :	220 V
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Corrente c.c. presumida (Ikmax):	10.0 kA
Número de circuitos ou de cabos multipolares	6
Disposição dos cabos	Trifólio
Corrente do circuito :	25.0 A
Fator de potência do circuito :	0.92
Fator de demanda :	1.00

Valores calculados

Seção nominal dos condutores :	1 x 6 mm2
Critério de dimensionamento:	Capacidade de corrente
Capacidade de condução de corrente :	1 x 27.4 A
Fator de correção de agrupamento :	0.57
Fator de correção de temperatura :	1.00
Resistência em CA de cada condutor :	3.9774 ohm/km
Reatância indutiva de cada condutor :	0.1380 ohm/km
Queda de tensão efetiva :	0.73 %
Icc presumida mínima ponto extremo (Ikmin) :	1.13e+003 A
I2t de cada condutor para Ikmax :	7.46e+005 A
I2t de cada condutor para Ikmin :	8.37e+005 A
Tempo máximo para atuação da proteção para Ikmax :	7.46e-003 s
Seção nominal do condutor de proteção :	6 mm2

5.4.7 Alimentação CMB-01/02

Dados de entrada

Maneira de instalar:	Eletroduto enterrado
Sistema:	Trifásico+Terra (3F+T)
Cabo:	Cabo AFUMEX 0,6/1kV unipolar
Número de condutores por fase :	Automático
Seção nominal do condutor imposta :	4 mm2
Seção mínima de cada condutor:	2.5 mm2
Temperatura ambiente:	30 oC
Dispositivo de proteção :	Conf. NBR 5410/2004 - 220V
Fator de correção do disjuntor :	1.00
Comprimento do circuito	42.0 m
Queda de tensão máxima admitida em regime :	4.00 %
Queda de tensão máxima admitida na partida :	10.00 %
Tensão fase/fase :	220 V
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Resistividade térmica do solo:	2.50 ohm/m
Corrente c.c. presumida (Ikmax):	10.0 kA
Espaçamento entre eletrodutos	Nulo
Número de circuitos	1
Motores considerados	
Corrente do circuito em regime:	16.0 A
Fator de potência do circuito em regime:	0.73
Corrente do circuito na partida:	25.6 A
Fator de potência do circuito na partida:	0.30
Fator de demanda :	1.00

Valores calculados

Seção nominal dos condutores :	1 x 4 mm2
Critério de dimensionamento:	Capacidade de corrente
Capacidade de condução de corrente :	1 x 34.4 A
Fator de correção de agrupamento :	1.00
Fator de correção de temperatura :	0.93
Resistência em CA de cada condutor :	5.8782 ohm/km
Reatância indutiva de cada condutor :	0.1435 ohm/km
Queda de tensão em regime efetiva :	2.32 %
Queda de tensão na partida efetiva :	1.61 %
Corrente máxima dispos. proteção contra sobrecarga	18 A
Corrente máx. disp. proteção contra curto-circuito	>= 26 A e <= 192 A
Valores de Proteção calculados com base na:	NBR IEC 60269

Verificar tabela do Fabricante do Dispositivo para um melhor dimensionamento
Verificar capacidade de interrupção (ruptura) do dispositivo de proteção.

Icc presumida mínima ponto extremo (Ikmin) :	1.79e+002 A
I2t de cada condutor para Ikmax :	3.31e+005 A

I2t de cada condutor para Ikmin :	8.74e+005 A
Tempo máximo para atuação da proteção para Ikmax :	3.31e-003 s
Seção nominal do condutor de proteção :	4 mm2

5.4.8 Alimentação CMB-03/04/05/06

Dados de entrada

Maneira de instalar:	Eletroduto enterrado
Sistema:	Trifásico+Terra (3F+T)
Cabo:	Cabo AFUMEX 0,6/1kV unipolar
Número de condutores por fase :	Automático
Seção nominal do condutor :	Automática
Seção mínima de cada condutor:	2.5 mm2
Temperatura ambiente:	30 oC
Dispositivo de proteção :	Conf. NBR 5410/2004 - 220V
Fator de correção do disjuntor :	1.00
Comprimento do circuito	37.0 m
Queda de tensão máxima admitida em regime :	4.00 %
Queda de tensão máxima admitida na partida :	10.00 %
Tensão fase/fase :	220 V
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Resistividade térmica do solo:	2.50 ohm/m
Corrente c.c. presumida (Ikmax):	10.0 kA
Espaçamento entre eletrodutos	Nulo
Número de circuitos	1
Motores considerados	
Corrente do circuito em regime:	24.0 A
Fator de potência do circuito em regime:	0.73
Corrente do circuito na partida:	38.4 A
Fator de potência do circuito na partida:	0.30
Fator de demanda :	1.00

Valores calculados

Seção nominal dos condutores :	1 x 4 mm2
Critério de dimensionamento:	Queda de tensão em regime
Capacidade de condução de corrente :	1 x 34.4 A
Fator de correção de agrupamento :	1.00
Fator de correção de temperatura :	0.93
Resistência em CA de cada condutor :	5.8782 ohm/km
Reatância indutiva de cada condutor :	0.1435 ohm/km
Queda de tensão em regime efetiva :	3.07 %
Queda de tensão na partida efetiva :	2.13 %
Corrente máxima dispos. proteção contra sobrecarga	27 A
Corrente máx. disp. proteção contra curto-circuito	>= 38 A e <= 288 A
Valores de Proteção calculados com base na:	NBR IEC 60269

Verificar tabela do Fabricante do Dispositivo para um melhor dimensionamento
Verificar capacidade de interrupção (ruptura) do dispositivo de proteção.

Icc presumida mínima ponto extremo (Ikmin) :	2.03e+002 A
I2t de cada condutor para Ikmax :	3.31e+005 A

I2t de cada condutor para Ikmin :	7.34e+005 A
Tempo máximo para atuação da proteção para Ikmax :	3.31e-003 s
Seção nominal do condutor de proteção :	4 mm2

5.4.9 Alimentação Dosadoras M-01 a M-04

Dados de entrada

Maneira de instalar:	Canaleta ou perfilado suspensa(o)
Sistema:	Trifásico+Terra (3F+T)
Cabo:	Cabo AFUMEX 0,6/1kV unipolar
Número de condutores por fase :	Automático
Seção nominal do condutor imposta :	4 mm2
Seção mínima de cada condutor:	2.5 mm2
Temperatura ambiente:	30 oC
Dispositivo de proteção :	Conf. NBR 5410/2004 - 220V
Fator de correção do disjuntor :	1.00
Comprimento do circuito	35.0 m
Queda de tensão máxima admitida em regime :	4.00 %
Queda de tensão máxima admitida na partida :	10.00 %
Tensão fase/fase :	220 V
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Corrente c.c. presumida (Ikmax):	10.0 kA
Número de circuitos ou de cabos multipolares	6
Disposição dos cabos	Trifólio
Motores considerados	
Corrente do circuito em regime:	3.2 A
Fator de potência do circuito em regime:	0.83
Corrente do circuito na partida:	5.1 A
Fator de potência do circuito na partida:	0.30
Fator de demanda :	1.00

Valores calculados

Seção nominal dos condutores :	1 x 4 mm2
Critério de dimensionamento:	Capacidade de corrente
Capacidade de condução de corrente :	1 x 21.1 A
Fator de correção de agrupamento :	0.57
Fator de correção de temperatura :	1.00
Resistência em CA de cada condutor :	5.8782 ohm/km
Reatância indutiva de cada condutor :	0.1435 ohm/km
Queda de tensão em regime efetiva :	0.44 %
Queda de tensão na partida efetiva :	0.27 %
Corrente máxima dispos. proteção contra sobrecarga	4 A
Corrente máx. disp. proteção contra curto-circuito	>= 5 A e <= 38 A
Valores de Proteção calculados com base na:	NBR IEC 60269

Verificar tabela do Fabricante do Dispositivo para um melhor dimensionamento
Verificar capacidade de interrupção (ruptura) do dispositivo de proteção.

Icc presumida mínima ponto extremo (Ikmin) :	2.15e+002 A
I2t de cada condutor para Ikmax :	3.31e+005 A
I2t de cada condutor para Ikmin :	6.89e+005 A

Tempo máximo para atuação da proteção para Ikmax :	3.31e-003 s
Seção nominal do condutor de proteção :	4 mm2

5.4.10 Alimentação Dosadoras M-05 a M-10

Dados de entrada

Maneira de instalar:	Canaleta ou perfilado suspensa(o)
Sistema:	Monofásico+Terra (2F+T)
Cabo:	Cabo AFUMEX 0,6/1kV unipolar
Número de condutores por fase :	Automático
Seção nominal do condutor imposta :	4 mm2
Seção mínima de cada condutor:	2.5 mm2
Temperatura ambiente:	30 oC
Dispositivo de proteção :	Conf. NBR 5410/2004 - 220V
Fator de correção do disjuntor :	1.00
Comprimento do circuito	28.0 m
Queda de tensão máxima admitida em regime :	4.00 %
Queda de tensão máxima admitida na partida :	10.00 %
Tensão fase/fase :	220 V
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Corrente c.c. presumida (Ikmax):	10.0 kA
Número de circuitos ou de cabos multipolares	6
Disposição dos cabos	Contíguos
Motores considerados	
Corrente do circuito em regime:	0.7 A
Fator de potência do circuito em regime:	0.85
Corrente do circuito na partida:	1.1 A
Fator de potência do circuito na partida:	0.30
Fator de demanda :	1.00

Valores calculados

Seção nominal dos condutores :	1 x 4 mm2
Critério de dimensionamento:	Capacidade de corrente
Capacidade de condução de corrente :	1 x 23.9 A
Fator de correção de agrupamento :	0.57
Fator de correção de temperatura :	1.00
Resistência em CA de cada condutor :	5.8782 ohm/km
Reatância indutiva de cada condutor :	0.1435 ohm/km
Queda de tensão em regime efetiva :	0.09 %
Queda de tensão na partida efetiva :	0.05 %
Corrente máxima dispos. proteção contra sobrecarga	1 A
Corrente máx. disp. proteção contra curto-circuito	>= 1 A e <= 8 A
Valores de Proteção calculados com base na:	NBR IEC 60269

Verificar tabela do Fabricante do Dispositivo para um melhor dimensionamento
Verificar capacidade de interrupção (ruptura) do dispositivo de proteção.

Icc presumida mínima ponto extremo (Ikmin) :	2.69e+002 A
I2t de cada condutor para Ikmax :	3.31e+005 A
I2t de cada condutor para Ikmin :	5.65e+005 A

Tempo máximo para atuação da proteção para Ikmax :	3.31e-003 s
Seção nominal do condutor de proteção :	4 mm2

5.4.11 Alimentação Dosadoras M-11 a M-12

Dados de entrada

Maneira de instalar:	Eletroduto enterrado
Sistema:	Trifásico+Terra (3F+T)
Cabo:	Cabo AFUMEX 0,6/1kV unipolar
Número de condutores por fase :	Automático
Seção nominal do condutor imposta :	4 mm2
Seção mínima de cada condutor:	2.5 mm2
Temperatura ambiente:	30 oC
Dispositivo de proteção :	Conf. NBR 5410/2004 - 220V
Fator de correção do disjuntor :	1.00
Comprimento do circuito	32.0 m
Queda de tensão máxima admitida em regime :	4.00 %
Queda de tensão máxima admitida na partida :	10.00 %
Tensão fase/fase :	220 V
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Resistividade térmica do solo:	2.50 ohm/m
Corrente c.c. presumida (Ikmax):	10.0 kA
Espaçamento entre eletrodutos	Nulo
Número de circuitos	1
Motores considerados	
Corrente do circuito em regime:	8.4 A
Fator de potência do circuito em regime:	0.83
Corrente do circuito na partida:	13.5 A
Fator de potência do circuito na partida:	0.30
Fator de demanda :	1.00

Valores calculados

Seção nominal dos condutores :	1 x 4 mm2
Critério de dimensionamento:	Capacidade de corrente
Capacidade de condução de corrente :	1 x 34.4 A
Fator de correção de agrupamento :	1.00
Fator de correção de temperatura :	0.93
Resistência em CA de cada condutor :	5.8782 ohm/km
Reatância indutiva de cada condutor :	0.1435 ohm/km
Queda de tensão em regime efetiva :	1.05 %
Queda de tensão na partida efetiva :	0.65 %
Corrente máxima dispos. proteção contra sobrecarga	9 A
Corrente máx. disp. proteção contra curto-circuito	>= 14 A e <= 101 A
Valores de Proteção calculados com base na:	NBR IEC 60269

Verificar tabela do Fabricante do Dispositivo para um melhor dimensionamento
Verificar capacidade de interrupção (ruptura) do dispositivo de proteção.

Icc presumida mínima ponto extremo (Ikmin) :	2.35e+002 A
I2t de cada condutor para Ikmax :	3.31e+005 A

I2t de cada condutor para Ikmin :	6.30e+005 A
Tempo máximo para atuação da proteção para Ikmax :	3.31e-003 s
Seção nominal do condutor de proteção :	4 mm2

5.4.12 Alimentação Dosadoras M-13

Dados de entrada

Maneira de instalar:	Eletroduto enterrado
Sistema:	Trifásico+Terra (3F+T)
Cabo:	Cabo AFUMEX 0,6/1kV unipolar
Número de condutores por fase :	Automático
Seção nominal do condutor imposta :	4 mm2
Seção mínima de cada condutor:	2.5 mm2
Temperatura ambiente:	30 oC
Dispositivo de proteção :	Conf. NBR 5410/2004 - 220V
Fator de correção do disjuntor :	1.00
Comprimento do circuito	30.0 m
Queda de tensão máxima admitida em regime :	4.00 %
Queda de tensão máxima admitida na partida :	10.00 %
Tensão fase/fase :	220 V
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Resistividade térmica do solo:	2.50 ohm/m
Corrente c.c. presumida (Ikmax):	10.0 kA
Espaçamento entre eletrodutos	Nulo
Número de circuitos	1
Motores considerados	
Corrente do circuito em regime:	2.6 A
Fator de potência do circuito em regime:	0.84
Corrente do circuito na partida:	4.2 A
Fator de potência do circuito na partida:	0.30
Fator de demanda :	1.00

Valores calculados

Seção nominal dos condutores :	1 x 4 mm2
Critério de dimensionamento:	Capacidade de corrente
Capacidade de condução de corrente :	1 x 34.4 A
Fator de correção de agrupamento :	1.00
Fator de correção de temperatura :	0.93
Resistência em CA de cada condutor :	5.8782 ohm/km
Reatância indutiva de cada condutor :	0.1435 ohm/km
Queda de tensão em regime efetiva :	0.31 %
Queda de tensão na partida efetiva :	0.19 %
Corrente máxima dispos. proteção contra sobrecarga	3 A
Corrente máx. disp. proteção contra curto-circuito	>= 4 A e <= 31 A
Valores de Proteção calculados com base na:	NBR IEC 60269

Verificar tabela do Fabricante do Dispositivo para um melhor dimensionamento
Verificar capacidade de interrupção (ruptura) do dispositivo de proteção.

Icc presumida mínima ponto extremo (Ikmin) :	2.51e+002 A
I2t de cada condutor para Ikmax :	3.31e+005 A

I2t de cada condutor para Ikmin :	5.96e+005 A
Tempo máximo para atuação da proteção para Ikmax :	3.31e-003 s
Seção nominal do condutor de proteção :	4 mm2

5.4.13 Alimentação Iluminação Externa

Dados de entrada

Maneira de instalar:	Eletroduto enterrado
Sistema:	Monofásico+Terra (2F+T)
Cabo:	Cabo AFUMEX 0,6/1kV unipolar
Número de condutores por fase :	Automático
Seção nominal do condutor imposta :	4 mm2
Seção mínima de cada condutor:	2.5 mm2
Temperatura ambiente:	30 oC
Dispensada verificação contra contatos indiretos	
Dispensada verificação contra sobrecarga	
Comprimento do circuito	147.0 m
Queda de tensão máxima admitida :	4.00 %
Tensão fase/fase :	220 V
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Resistividade térmica do solo:	2.50 ohm/m
Corrente c.c. presumida (Ikmax):	10.0 kA
Espaçamento entre eletrodutos	Nulo
Número de circuitos	1
Corrente do circuito :	3.1 A
Fator de potência do circuito :	0.92
Fator de demanda :	1.00

Valores calculados

Seção nominal dos condutores :	1 x 4 mm2
Critério de dimensionamento:	Capacidade de corrente
Capacidade de condução de corrente :	1 x 40.9 A
Fator de correção de agrupamento :	1.00
Fator de correção de temperatura :	0.93
Resistência em CA de cada condutor :	5.8782 ohm/km
Reatância indutiva de cada condutor :	0.1435 ohm/km
Queda de tensão efetiva :	2.26 %
Icc presumida mínima ponto extremo (Ikmin) :	5.12e+001 A
I2t de cada condutor para Ikmax :	3.31e+005 A
I2t de cada condutor para Ikmin :	1.00e+010 A
Tempo máximo para atuação da proteção para Ikmax :	3.31e-003 s
Seção nominal do condutor de proteção :	4 mm2

5.4.14 Alimentação QCMB-02

Dados de entrada

Maneira de instalar:	Bandeja não perfurada ou prateleira
Sistema:	Trifásico+Terra (3F+T)
Cabo:	Cabo AFUMEX 0,6/1kV unipolar
Número de condutores por fase :	Automático
Seção nominal do condutor :	Automática
Seção mínima de cada condutor:	2.5 mm2
Temperatura ambiente:	30 oC
Dispensada verificação contra contatos indiretos	
Dispensada verificação contra sobrecarga	
Comprimento do circuito	17.0 m
Queda de tensão máxima admitida :	4.00 %
Tensão fase/fase :	220 V
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Corrente c.c. presumida (Ikmax):	10.0 kA
Número de camadas de cabos	Uma
Número de circuitos ou de cabos multipolares	6
Disposição dos cabos	Trifólio
Corrente do circuito :	32.0 A
Fator de potência do circuito :	0.92
Fator de demanda :	1.00

Valores calculados

Seção nominal dos condutores :	1 x 6 mm2
Critério de dimensionamento:	Capacidade de corrente
Capacidade de condução de corrente :	1 x 37.4 A
Fator de correção de agrupamento :	0.72
Fator de correção de temperatura :	1.00
Resistência em CA de cada condutor :	3.9774 ohm/km
Reatância indutiva de cada condutor :	0.1380 ohm/km
Queda de tensão efetiva :	1.59 %
Icc presumida mínima ponto extremo (Ikmin) :	6.64e+002 A
I2t de cada condutor para Ikmax :	7.46e+005 A
I2t de cada condutor para Ikmin :	9.28e+005 A
Tempo máximo para atuação da proteção para Ikmax :	7.46e-003 s
Seção nominal do condutor de proteção :	6 mm2