



Fevereiro de 2005

**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**



SRH Secretaria dos Recursos Hídricos

Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará - PROGERIRH

Contrato

Nº 02/ PROGERIRH-PILOTO/CE/SRH 2001

Estudos de Alternativas, EIAS/RIMAS, Projetos Executivos, Levantamentos Cadastrais, Planos de Reassentamento e Avaliação Financeira e Econômica dos Projetos das Barragens João Guerra / Umari, Riacho da Serra, Ceará e Missi, e dos Projetos das Adutoras de Madalena,

PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA ADUTOR MADALENA/MACAOCA/LAGOA DO MATO

Volume 4 - Projeto Elétrico



MONTGOMERY WATSON



**PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA ADUTOR
MADALENA/MACAOCA/LAGOA DO MATO**

Volume 4 - Projeto Elétrico

Fevereiro/2005



MONTGOMERY WATSON



ÍNDICE



ÍNDICE

	Páginas
ÍNDICE	2
APRESENTAÇÃO	7
1.INTRODUÇÃO	9
2. MEMÓRIA DESCRITIVA	12
2.1 <i>Objetivo</i>	<i>13</i>
2.2 <i>Localização.....</i>	<i>13</i>
2.3 <i>Suprimento de Energia.....</i>	<i>14</i>
2.3.1 <i>Captação Flutuante.....</i>	<i>14</i>
2.3.2 <i>Estação Elevatória EEAT/A/B/C.....</i>	<i>14</i>
2.4 <i>Concepção Geral do Projeto.....</i>	<i>14</i>
2.5 <i>Instalações Elétricas Prediais</i>	<i>15</i>
2.5.1 <i>Iluminação Externa.....</i>	<i>18</i>
2.5.2 <i>Iluminação Interna.....</i>	<i>18</i>
2.5.3 <i>Proteção e Medição.....</i>	<i>18</i>
2.5.4 <i>Pára-Raio.....</i>	<i>18</i>
2.6 <i>Compensação de Reativo</i>	<i>19</i>
2.7 <i>Aterramento.....</i>	<i>19</i>
2.8 <i>Recomendações Técnicas Básicas</i>	<i>19</i>
2.9 <i>Observações.....</i>	<i>20</i>
2.10 <i>Normas.....</i>	<i>21</i>
2.11 <i>Especificações dos Principais Equipamentos.....</i>	<i>21</i>
2.11.1 <i>Motores Elétricos</i>	<i>21</i>
2.12 <i>Escopo da Montagem Elétrica.....</i>	<i>23</i>
3. MEMÓRIA DE CÁLCULO.....	25
3.1 <i>Sistema Elétrico da COELCE.....</i>	<i>26</i>
3.2 <i>Memória de Cálculo do Projeto Elétrico - Captação.....</i>	<i>26</i>



3.2.1	Carga Instalada	26
3.2.2	Correntes do Sistema (A)	26
3.2.3	Dimensionamento do Transformador	27
3.2.4	Corrente de Curto Circuito (Icc)	28
3.2.5	Dimensionamento dos Cabos e Disjuntores	29
3.2.5.1	Alimentação do transformador à medição.....	29
3.2.5.2	Alimentação do Circuito: Iluminação Interna.....	30
3.2.5.3	Alimentação do Circuito: Iluminação Externa Pátio e Flutuante.....	31
3.2.5.4	Alimentação do Circuito: Tomadas.....	32
3.2.5.5	Alimentação do Circuito: CCM/ Motor 40CV	33
3.2.5.6	Alimentador Geral (Medição ao QGBT)	34
3.2.6	Dimensionamento do Pára-raios.....	35
3.2.6.1	Parâmetros da Edificação	35
3.2.6.2	Avaliação do Risco de Exposição	35
3.2.6.3	Densidade de Descarga para a Terra.....	36
3.2.6.4	Frequência Média Anual Previsível de descargas	36
3.2.6.5	Fatores de Ponderação.....	36
3.2.6.6	Valor Ponderado.....	36
3.2.6.7	Parâmetros da Norma.....	37
3.2.6.8	Conclusão do Cálculo.....	37
3.3	<i>Memória de Cálculo do Projeto Elétrico – EEAT/A/B/C.....</i>	<i>37</i>
3.3.1	Carga Instalada	37
3.3.2	Correntes do Sistema (A)	38
3.3.3	Dimensionamento do Transformador	39
3.3.4	Corrente de Curto Circuito (Icc)	40
3.3.5	Dimensionamento dos Cabos e Disjuntores	41
3.3.5.1	Alimentação do transformador à medição.....	41
3.3.5.2	Alimentação do Circuito: Iluminação Interna.....	41
3.3.5.3	Alimentação do Circuito: Iluminação Externa Pátio	43



3.3.5.4 Alimentação do Circuito: Tomadas.....	44
3.3.5.5 Alimentação do Circuito: Tomadas de Força (T1 e T3).....	45
3.3.5.6 Alimentação do Circuito: CCM/ Motor	46
3.3.5.7 Alimentador Geral (Medição ao QGBT)	48
3.3.6 Dimensionamento do Pára-raios.....	49
3.3.6.1 Parâmetros da Edificação	49
3.3.6.2 Avaliação do Risco de Exposição	49
3.3.6.3 Densidade de Descarga para a Terra.....	50
3.3.6.4 Frequência Média Anual Previsível de descargas	50
3.3.6.5 Fatores de Ponderação.....	50
3.3.6.6 Valor Ponderado.....	50
3.3.6.7 Parâmetros da Norma.....	51
3.3.6.8 Conclusão do Cálculo.....	51
3.3.6.9 Dimensionamento	51
3.4 Memória de Cálculo do Projeto Elétrico – Casa de Química	52
3.4.1 Carga Instalada	53
3.4.2 Correntes do Sistema (A)	53
3.4.3 Dimensionamento do Transformador	54
3.4.4 Corrente de Curto Circuito (Icc).....	56
3.4.5 Dimensionamento dos Cabos e Disjuntores	56
3.4.5.1 Alimentação do transformador à medição.....	56
3.4.5.2 Alimentação do Circuito: Iluminação Interna.....	57
3.4.5.3 Alimentação do Circuito: Iluminação Externa Pátio	58
3.4.5.4 Alimentação do Circuito: Tomadas.....	59
3.4.5.5 Alimentação do Circuito: Tomadas de Força.....	60
3.4.5.6 Alimentação do Circuito: CCM/ Motor	61
3.4.5.7 Alimentador Geral (Medição ao QGBT)	64
3.4.6 Dimensionamento do Pára-raios.....	65
3.4.6.1 Parâmetros da Edificação	65



3.4.6.2 Avaliação do Risco de Exposição	65
3.4.6.3 Densidade de Descarga para a Terra.....	65
3.4.6.4 Freqüência Média Anual Previsível de descargas	65
3.4.6.5 Fatores de Ponderação.....	66
3.4.6.6 Valor Ponderado.....	66
3.4.6.7 Parâmetros da Norma.....	66
3.4.6.8 Conclusão do Cálculo.....	66
3.4.6.9 Dimensionamento	67
4. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS.....	69
4.1 <i>Soft-Starter</i>	70
4.1.1 Aplicação.....	70
4.1.2 Dados Técnicos	70
4.1.3 Configuração do Sistema.....	70
4.1.4 Descritivo Funcional	70
4.1.4.1 Operação Manual	70
4.1.4.2 Operação Automática	71
4.1.5 Proteções do Motor.....	72
4.1.6 Funções no Painel Frontal.....	72
4.1.6.1 Comando	72
4.1.6.2 Indicação	73
4.1.7 Funções e Características da Soft Starter	73
4.1.8 Painel	73
4.1.9 Documentação Técnica	74
4.1.9.1 Documentos a Serem Apresentados na Proposta de Fornecimento.....	74
4.1.9.2 Para Aprovação do Projeto	75
4.1.10 Anexos.....	78



MONTGOMERY WATSON



APRESENTAÇÃO



APRESENTAÇÃO

O Consórcio Montgomery-Watson/Engesoft e a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH-CE) celebraram o Contrato N.º 02/PROGERIRH-PILOTO/ CE/SRH 2001, que tem como objetivo o Estudo de Alternativas, EIAs/RIMAs, Levantamentos Cadastrais, Plano de Reassentamento e Avaliação Financeira e Econômica dos Projetos das Barragens João Guerra, Umari, Riacho da Serra, Ceará e Missi e dos Projetos das Adutoras de Madalena, Lagoa do Mato, Alto Santo e Amontada. A ordem de serviço foi emitida em 05 de março de 2001.

O presente trabalho compõe o **Projeto Executivo do Sistema Adutor Madalena/Macaoca/Lagoa do Mato**, que é formado por cinco Volumes, a saber:

Volume 1 - Relatório Geral

Volume 2 -Desenhos

Volume 3 -Especificações Técnicas

Volume 4 - Projeto Elétrico

Volume 5 - Orçamento e Quantitativos



MONTGOMERY WATSON



1.INTRODUÇÃO



1 INTRODUÇÃO

Este documento tem como objetivo dimensionamento de condutores, disjuntores e fixar os requisitos básicos necessários e demais condições a serem adotadas e exigidas pela CAGECE no fornecimento de “Painel Elétrico” com chave partida suave tipo soft-starter para aplicação no acionamento de conjunto motobomba com motor elétrico trifásico assíncrono, de gaiola em baixa tensão a serem utilizadas no projeto executivo do SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE MADALENA-CE .

O projeto hidráulico é composto de Estação de Captação Flutuante, Estação EEAT A/B/C e Casa de Química, onde serão instalados 2 (dois) conjuntos motobombas de 40CV, 2 (dois) conjuntos motobombas de 25 CV (EEAT/A) mais 2 (dois) conjuntos motobombas de 75 CV (EEAT/B), mais 2 (dois) conjuntos motobombas de 30 CV (EEAT/C) e mais 6 (seis) motores auxiliares da Casa de Química (4 x 0,5CV + 1 x 0,25CV + 1 x 1CV + 1 x 7,5CV).

As chaves de partida suave tipo soft-starter terá como principal função ajustar os tempos de partida e parada do conjunto, de forma a se evitar o pico de corrente na partida e parada brusca, reduzindo assim efeito de golpes nas tubulações e barriletes, gastos de manutenção e paradas indevidas.

Os motores com potência menor que 7,5CV serão acionados por meio de chaves de partida direta ou inversor de frequência, conforme indicado no projeto.

Este trabalho foi elaborado com o objetivo de apresentar soluções modernas, econômicas e compatíveis tecnicamente, de modo a fornecer energia suficiente, com continuidade e proteção. Foi desenvolvido com base na potência, número de motores, tensão, frequência dos motores a serem instalados e utilização dos equipamentos e técnicas atuais de comando, medição, proteção e controle.



Atende as Normas Brasileiras (ABNT), as Normas da COELCE (Companhia Energética do Ceará) e as Normas da CAGECE (Companhia de Água e Esgoto do Ceará), especificamente as seguintes:

- Termo de Referência para Projetos Elétricos (TR - 01)
- Termo de Referência para Aquisição de Painéis Elétricos Com Soft-Starter (TR - 02)



MONTGOMERY WATSON



2. MEMÓRIA DESCRITIVA



2 MEMÓRIA DESCRITIVA

2.1 Objetivo

O presente trabalho tem como objetivo elaborar a concepção do projeto do Sistema de Abastecimento de Água da sede do município de Madalena – CE, desenvolvido nos Termos do Contrato de nº. 02/PROGERIRH/SRH2001, firmado entre a MONTGOMERY WATSON/ENGESOFT e a Secretaria de Recursos Hídricos.

Este projeto foi concebido de modo a garantir uma perfeita continuidade operacional, mesmo em condições de falhas parciais do sistema.

Composto de:

- Memória descritiva, memória de cálculo, orçamento e peças gráficas;

O sistema proposto tem como principais obras componentes, as seguintes:

- Iluminação interna e externa
- Interligações
- Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT)
- Quadro de Comando dos Motores (CCM)
- Subestação Aérea de 150KV

A água captada no açude será recalçada para reservatório apoiado e após tratamento será armazenada em reservatório elevado, que por gravidade abastecerá a cidade.

2.2 Localização

A Estação Elevatória está localizada, conforme mostra as plantas de localização/seção específicas do projeto.



2.3 Suprimento de Energia

2.3.1 Captação Flutuante

O suprimento de energia elétrica na captação será feito através de uma subestação aérea de 45kVA que será instalada no pátio da estação e alimentará 2 (dois) motores de 40CV (1 reserva) e os serviços auxiliares de iluminação e tomadas.

O quadro de medição será instalado em poste, sempre em conformidade com as normas da COELCE.

2.3.2 Estação Elevatória EEAT/A/B/C

O suprimento de energia elétrica na EEAT/A/B/C será feito através de uma subestação aérea de 150kVA que será instalada no pátio da estação e alimentará 2 (dois) motores de 25CV (1 reserva) mais 2 (dois) motores de 75CV (1 reserva) mais 2 (dois) motores de 30CV (1 reserva) e os serviços auxiliares de iluminação e tomadas.

2.4 Concepção Geral do Projeto

O Projeto Elétrico será concebido de modo a garantir um perfeito e contínuo funcionamento do sistema de bombeamento de água para a estação elevatória, e de água tratada para os reservatórios.

As estações elevatórias serão dotadas de motor-bombas centrífugas de 40, 25, 75 e 30CV, trifásicos, tipo gaiola assíncrono, classe de isolamento F (155°C), protetor térmico de sobrecarga, grau de proteção – IP68, 380V/60Hz, alto rendimento.

Os motores serão comandados pelo painel de controle e proteção (CCM) instalado na sala da casa de comando.

Os motores funcionarão nas condições: manual/automático. A escolha da forma de operação será atuando-se numa chave seletora (Man/Aut), instalada na porta do CCM.



Na condição manual, a seleção e ativação dos motores serão feitas através da chave seletora (M1/O/M²) e botões liga / desliga das interfaces homem/máquina (IHM) instalados na porta do CCM.

A condição automática o sistema ficará predisposto a uma automação local e/ou remota futura, que deverá abranger o revezamento das bombas de forma a possibilitar o funcionamento mais equalizado para as mesmas (mesmo numero de horas de trabalho para as bombas). Ainda com relação ao revezamento quando da automação dos motores, será também observado o remanejamento a fim de que o motor que se encontre com defeito seja automaticamente excluído e acionado o outro motor.

Quando da automação, o funcionamento dos motores será em conformidade com os níveis de água no reservatório elevado, através de transmissor ultra-sônico, que será ajustado para um nível mínimo (reservatório seco) para ligar o motor, nível máximo (reservatório cheio) para desligar o motor.

Os motores serão acionados através de chaves de partida suave tipo soft-starter, instaladas no quadro de comando e proteção dos motores.

Com a utilização da chave de partida suave tipo soft-starter consegue-se ajustar os tempos de partida e parada dos conjuntos motobombas, de modo a se evitar o pico de corrente na partida e parada brusca, reduzindo assim o efeito de golpes de aríete nas tubulações e conexões de sucção e recalque. Também se pode evitar paradas indevidas dos sistemas e diminuição nos gastos com manutenção.

2.5 Instalações Elétricas Prediais

As instalações deverão ser executadas consoante os projetos específicos elaborados.

O material a ser empregado deverá ser de primeira qualidade, isento de falhas, trincaduras e quaisquer outros defeitos de fabricação.



As instalações de luz e força obedecerão às Normas e Especificações NBR-5410/80 da ABNT e as da concessionária de energia local, sem prejuízo do que for exigido a mais nas presentes especificações ou nas especificações complementares de cada obra.

Os eletrodutos serão de plástico rígido pesado correndo embutido nas paredes ou pisos.

Os eletrodutos serão cortados a serra e terão seus bordos esmerilhados para remover toda a rebarba.

Durante a construção, todas as pontas dos eletrodutos virados para cima serão obturadas com buchas rosqueáveis ou tampões de pinho bem batidos e curtos, de modo a evitar a entrada de água ou sujeira.

Nas lajes, os eletrodutos e respectivas caixas serão colocados antes da concretagem por cima da ferragem positiva bem amarrados, de forma a evitar o seu deslocamento acidental.

Quando houver eletrodutos atravessando colunas, caso o seu diâmetro seja superior a 1½", o responsável pelo concreto armado deverá ser alertado a fim de evitar possíveis enfraquecimento do ponto de vista da resistência estrutural.

Para colocar os eletrodutos e caixas embutidos nas alvenarias, o instalador aguardará que as mesmas estejam prontas, abrindo-se então os rasgos e furos estritamente necessários, de modo a não comprometer a estabilidade de parede.

As caixas, quando colocadas nas lajes ou outros elementos de concreto, serão obturadas durante o enchimento das formas, a fim de evitar a penetração do concreto.

Quando as caixas forem situadas em pilares e vigas (o que deve ser evitado sempre que possível, será necessário combinar a sua colocação com o responsável pelo concreto armado, de modo a evitar possíveis inconvenientes para a resistência da estrutura).



Em cada trecho de eletrocuto entre duas caixas, poderão ser usadas no máximo três curvas de 90°, sendo que na tubulação de diâmetro inferior a 25 mm será permitido o processo de curvatura a frio, desde que não reduza a seção interna da mesma.

A ligação dos eletrodutos com as caixas deverá ser feita por meio de buchas e arruelas.

Serão empregadas caixas estampadas de 4" x 2" ou 4" x 4" para os interruptores e tomada de corrente.

As tomadas comuns serão colocadas a 0,30m do piso acabado e, em lugares úmidos, a 1,40m.

Os interruptores próximos às portas serão colocados a 0,10 m de distância dos alizadores e sempre do lado da fechadura.

Antes da enfição, as linhas de eletrodutos e respectivas caixas deverão ser inspecionadas e limpas, de modo a ficarem desobstruídas.

Todas as emendas serão eletricamente perfeitas, por meio de solda a estanho, conector de pressão por torção ou luva de emenda e recobertas por fita autofusível e fita plástica isolante, exceto no caso de conectores de pressão por torção, que já são isolados.

Na entrada da rede será instalado um quadro de madeira ou aço para colocação de chave geral.

Caso o alimentador geral seja subterrâneo, este será protegido por eletroduto de ferro, envolvido por uma camada de concreto de 10 cm. Nas linhas só poderão ser empregados condutores providos de isolamento resistente à umidade.

As instalações elétricas serão pagas por pontos instalados, devendo neles ser incluídos todos os materiais e serviços necessários.



2.5.1 Iluminação Externa

A iluminação da área externa dar-se-á através de luminárias com lâmpadas vapor de sódio de 160W, instaladas em poste DT 150/9 no pátio da estação elevatória.

Os circuitos de iluminação serão protegidos por disjuntores termomagnéticos e comando automático através de fotocélulas para as lâmpadas vapor de sódio de 160W.

2.5.2 Iluminação Interna

A iluminação interna será feita através de luminárias fluorescente de sobrepor, tipo 2 (duas) lâmpadas de 40W.

Os circuitos de iluminação e tomadas serão derivados de disjuntores termomagnéticos instalados no quadro de serviços auxiliares, localizado no interior da casa de comando.

2.5.3 Proteção e Medição

A proteção em baixa tensão será feita através de disjuntores termomagnéticos, com tensão nominal de 380V para trifásicos e 220V para monofásicos, com capacidade de interrupção de 5kA e compensação de temperatura.

A medição será feita em baixa tensão com o quadro instalado na subestação, observando das normas da COELCE.

2.5.4 Pára-Raio

O pára-raios deverá ser do tipo Franklin, de 4 extremidades captoras ou similar, instalado em base/coluna de concreto e alvenaria de tijolo localizado ao lado da casa de comando e gerador. Deverá ser isolado por bucha ponteira de material altamente isolante e provido de isoladores de descida e a uma distância de 1m.



O cabo de descida do aterramento será cobre nu #25mm², aterrado em forma de triângulo, com 3 hastes de aço cobreado de 3/4" x 2,4m, distanciados de 3m, com no mínimo um ponto para medição da resistência (ohms).

2.6 Compensação de Reativo

Os motores terão seus fatores de potência originais corrigidos para no mínimo de 0,94, através da instalação de capacitores,

2.7 Aterramento

O sistema elétrico será aterrado através de uma malha de cobre nu de 50mm² e hastes de terra de 3/4" x 3m localizado ao lado da Estação Elevatória. A esta malha serão interligados através de cabos de cobre nu 25mm² a cerca e todas as partes metálicas não energizadas e as barras de terra dos quadros de distribuição e CCM.

Também deverá haver uma haste de terra próximo a cada motor e interligado a carcaça do mesmo e a malha de terra.

Todas as ligações de aterramento deverão ser executadas com conectores apropriados (conexões aparentes) ou através de solda exotérmica (conexões embutidas no solo).

A disposição do aterramento será em linha com um espaçamento mínimo de 3m e o mínimo de 3 hastes, para CCM/motores, conforme projeto elétrico.

Deverá haver no mínimo um ponto de teste na malha, localizado em manilha de barro vitrificado com tampa removível.

A resistência do aterramento deverá ser menor ou igual a 10 ohms.

2.8 Recomendações Técnicas Básicas

Os condutores foram dimensionados pela aplicação do critério de queda de tensão e confirmados nas tabelas de condução de corrente para condutores de



cobre isolado com capa de PVC conforme NBR 5410, além dos fatores de agrupamento e redução de temperatura.

A taxa de ocupação dos eletrodutos nunca será superior a 40% de acordo com a NBR 5410.

Os quadros deverão ser protegidos por abrigo em alvenaria ou localizados no interior da sala da casa de comando e gerador.

Todos os eletrodutos deverão receber acabamento de bucha e arruela.

Deverá ser instalado arame guia de ferro galvanizado (12) em todos os eletrodutos.

Não deverá haver emendas de cabos dentro de eletrodutos.

As caixas de passagem deverão ter no fundo uma cobertura de no mínimo 10cm de brita.

Plantas, desenhos, diagramas e memória de cálculo complementam as informações acima, que serão descritas a seguir e em volume específico do projeto.

2.9 Observações

O tipo de acionamento dos motores será chave de partida suave tipo soft-starter para os motores de 40, 25, 30 e 75CV, conforme orientação dos termos de referência da CAGECE e as necessidades específicas do projeto.

Os painéis elétricos deverão ser executados, conforme a orientação dos termos de referência da CAGECE.

O projeto deverá ser executado conforme:

- As exigências do projeto hidráulico e topografia;
- Última revisão da ABNT;



- Última revisão dos termos de referência da CAGECE;
- Última revisão das normas técnicas da COELCE;
- A última inovação tecnológica, priorizando a funcionalidade, operação, automação, eficiência, manutenção e qualidade.

2.10 Normas

Todas as instalações elétricas deverão obedecer às seguintes normas:

- DT - Instalação de transformadores em estrutura TR - COELCE
- NT - 002/2002 - Fornecimento de energia elétrica em tensão primária de distribuição - COELCE
- PE - 031/2002 - Rede primária de distribuição aérea de energia elétrica - COELCE
- PM 001/2002 - Padrões de material de distribuição - COELCE.
- TRF - 01 - Termo de referência do painel - CAGECE
- FLD - 03 - Folha de dados do painel - CAGECE
- IMT - 04 - Testes de fabrica do painel - CAGECE
- IMT - 02 - Testes de partida - CAGECE

2.11 Especificações dos Principais Equipamentos

Quando citado no projeto deverão constar de especificações detalhadas, sendo os principais:

2.11.1 Motores Elétricos

Os motores elétricos deverão ser fabricados de acordo com as Normas da ABNT e ter as seguintes características:



- a. Trifásico tipo gaiola assíncrono;
- b. Classe de isolamento F° (155 °C);
- c. Enrolamento impregnado a vácuo;
- d. Caixa de ligação estanque com entrada de cabo vedada;
- e. Protetor térmico contra sobrecarga em cada fase;
- f. Proteção contra umidade no depósito de óleo;
- g. Grau de proteção – IP54;
- h. Tensão – 380V;
- i. Frequência – 60Hz;
- j. Alto rendimento;
- k. Fator de potência:
 - Captação = 0,85;
 - EEAT/A = 0,81;
 - EEAT/B = 0,88;
 - EEAT/C = 0,84;
- l. Rendimento:
 - Captação = 93,0%;
 - EEAT/A = 92,6%;
 - EEAT/B = 94,1%;
 - EEAT/C = 93,0%;



m. Rotação:

- Captação = 1.760 RPM;
- EEAT/A = 1.760 RPM;
- EEAT/B = 1.770 RPM;
- EEAT/C = 1.760 RPM;

n. Potência:

- Captação: 40CV
- EEAT/A/B/C: 25,0; 75,0 e 30,0CV

o. Mancais de rolamento de esfera.

2.12 Escopo da Montagem Elétrica

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

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

Escopo dos serviços:

- Montagem e energização da subestação;
- Montagem dos conjuntos motobomba;
- Montagem dos bancos de capacitores;
- Execução da rede de eletrodutos de força, comando e iluminação;
- Montagem dos postes de iluminação;



- Instalação das luminárias, tomadas e interruptores;
- Instalação dos quadros elétricos;
- Execução das interligações;
- Instalação do sistema de pára raios;
- Instalação do aterramento;
- Start-up e "As Builts".



MONTGOMERY WATSON



3. MEMÓRIA DE CÁLCULO



3 MEMÓRIA DE CÁLCULO

A presente memória de cálculo tem por objetivo a determinação das demandas previstas para o sistema, incluindo os principais equipamentos e acessórios.

Para os cálculos usamos os seguintes dados:

3.1 Sistema Elétrico da COELCE

Tensão trifásica: 13,8V/380V

Tensão monofásica: 220V

3.2 Memória de Cálculo do Projeto Elétrico - Captação

3.2.1 Carga Instalada

Motor: 1x40CVx736W..... =29.440 W

Iluminação/Tomadas..... =1.000 W

Tomadas de Força =10.000 W

TOTAL.....=40.440 W

3.2.2 Correntes do Sistema (A)

$$I_M = \frac{P_{nm}}{\sqrt{3} \times V_{FF} \times F_p \times \eta} = A$$

$$I_{II} = \frac{P}{V_{FN} \times F_p} = A$$

onde :

- P_{nm} – Potência nominal do motor em W;
- V_{FF} – tensão fase-fase em V;



- VFN- tensão fase-neutro em V;
- Fp – fator de potência corrigido para 0,95;
- η - rendimento do motor de alto rendimento;

$$I_M = \frac{29.440}{380 \times \sqrt{3} \times 0,93 \times 0,85} = 56,6 A$$

$$I_{il} = \frac{1.000}{220 \times 0,95} = 4,8 A$$

$$I_{if} = \frac{10.000}{380 \times \sqrt{3} \times 0,95} = 16 A$$

$$\text{TOTAL} = 120,6 A$$

3.2.3 Dimensionamento do Transformador

De acordo com a NT 002/2002 da Coelce usaremos a seguinte fórmula :

$$D = \left(\frac{0,77a}{FP} + 0,7b + 0,95c + 0,59d + 1,2e + f + g \right)$$

onde:

- D = Demanda total da instalação em kVA;
- a – Demanda das potências, em kW, para iluminação e tomadas de uso geral
- b – Demanda de todos os aparelhos de aquecimento, em kVA;
- c – Demanda de todos os aparelhos de ar condicionado, em kW
- d – Potência Nominal, em kW, das bombas d'água;
- e – Demanda de todos os elevadores, em kW;



- FP- Fator de potência da instalação de iluminação e tomadas;

$$f = \sum (0,87 \times P_{nm} \times F_u) \times F_s$$

- P_{nm} - Potência nominal dos motores em CV;
- F_u- Fator de utilização dos motores;
- F_s- Fator de simultaneidade dos motores;
- g - Outras cargas não relacionadas em KVA.
- a = 1,0 kW
- FP = 0,95
- b = 0
- c = 0
- d = 0
- e = 0 g = 10
- f = (0,87 x 45 x 1,0 x 0,87) = 34,06

$$D = \frac{0,77 \times 1,0}{0,95} + 34,06 + 10 = 44,87 \text{ kVA}$$

- Transformador adotado 45kVA.

3.2.4 Corrente de Curto Circuito (I_{cc})

$$Z = 3,5\%$$

$$I_{cc} = \frac{I_T}{Z\%} \times 100 = A$$

IT – corrente nominal do transformador, em A;



Z% - impedância percentual do transformador.

$$I_T = \frac{45 \times 1000}{380 \times \sqrt{3}} = 68,4 \text{ A}$$

$$I_{CC} = \frac{68,4}{3,5} \times 100 = 1,95 \text{ kA}$$

Adotaremos ICC = 5 kA

3.2.5 Dimensionamento dos Cabos e Disjuntores

3.2.5.1 Alimentação do transformador à medição

a) Dados

$$I_T = 68,4 \text{ A}$$

$$U = 380 \text{ V}$$

$$L = 10,0 \text{ m}$$

Cabo estimado: 50 mm²

b) Pela Queda de Tensão

$$\Delta U = \frac{68,4 \times \sqrt{3} \times 10,0 \times 0,95}{56 \times 25} = 0,80 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \frac{0,80}{380} \times 100 = 0,21\%$$

Logo o condutor adotado será 25mm² para fase, 25mm² para neutro e 25mm² para proteção.

c) Proteção do Transformador

$$I_T \times 1,15 = 68,4 \times 1,15 = 78,6 \text{ A}$$



Será adotado disjuntor termomagnético de 75A/750V/5KA em caixa moldada, conforme norma COELCE.

3.2.5.2 Alimentação do Circuito: Iluminação Interna

a) Dados

Carga:

- 1 luminária com 2 lâmpadas fluorescentes de 40 W/220V..... 80W.
- Carga total 80W.

$$I_{IL} = \frac{80}{220 \times 0,95} = 0,38A$$

$$L = 20 \text{ m}$$

$$U = 220V$$

Cabo estimado: 1,5mm²

b) Pela Queda de Tensão

$$\Delta U = \frac{0,38 \times 20 \times 0,95}{56 \times 1,5} = 0,08V$$

$$\Delta U\% = \frac{0,08}{220} \times 100 = 0,04\%$$

Logo o condutor adotado será 1,5mm² para fase, 1,5mm² para neutro.

c) Proteção do Circuito

$$I_p = 1,15 \times 0,38 = 0,4 \text{ A}$$

Como a corrente máxima que o cabo suporta é de 15 A, escolhemos o disjuntor monofásico de 10 A /250V, em caixa moldada.



3.2.5.3 Alimentação do Circuito: Iluminação Externa Pátio e Flutuante

a) Dados

Carga:

- 8 luminárias com 1 lâmpada VS de 160W/220V..... 1.280 W.
- Carga total 1.280 W.

$$I_{IL} = \frac{1.280}{220 \times 0,95} = 6,12A$$

$$L = 40 \text{ m}$$

$$U = 220V$$

Cabo estimado: 1,5mm²

b) Pela Queda de Tensão

$$\Delta U = \frac{6,12 \times 40 \times 0,95}{56 \times 2,5} = 1,66V$$

$$\Delta U\% = \frac{1,66}{220} \times 100 = 0,75\%$$

Logo o condutor adotado será 2,5mm² para fase, 2,5mm² para neutro.

c) Proteção do Circuito

$$I_p = 1,15 \times 6,12 = 7 \text{ A}$$

Como a corrente máxima que o cabo suporta é de 15A, escolhemos o disjuntor monofásico de 10 A /250V, em caixa moldada.



3.2.5.4 Alimentação do Circuito: Tomadas

a) Dados

Carga:

- 1 tomada 10 A/220V, 2P+T 10.000 W.
- Carga total 10.000 W.

$$I_t = \frac{10.000}{380 \times \sqrt{3} \times 0,95} = 16A$$

$$L = 5 \text{ m}$$

$$U = 220V$$

Cabo estimado: 4,0mm²

b) Pela Queda de Tensão

$$\Delta U = \frac{16 \times 5 \times 0,95}{56 \times 4,0} = 0,31 V$$

$$\Delta U\% = \frac{0,34}{220} \times 100 = 0,15\%$$

Logo o condutor adotado será 4,0mm² para fase, 4,0mm² para neutro e 4,0mm² para proteção.

c) Proteção do Circuito

$$I_p = 1,15 \times 16 = 18,4 A$$

Como a corrente máxima que o cabo suporta é de 21 A, escolhemos o disjuntor monofásico de 20 A /250V, em caixa moldada.



3.2.5.5 Alimentação do Circuito: CCM/ Motor 40CV

a) Dados

$$I_m = 56,6A$$

$$L = 30,0m$$

$$U = 380V$$

Cabo estimado: 25mm²

b) Pela Corrente Nominal dos Motores

$$\Delta U = \frac{56,6 \times \sqrt{3} \times 30,0 \times 0,95}{56 \times 25} = 1,99V$$

$$\Delta U\% = \frac{1,99}{380} \times 100 = 0,52\%$$

c) Pela Corrente de Partida dos Motores (soft-starter)

$$I_m = 56,6A$$

$$F_c = 0,33 \text{ (fator de redução)}$$

$$I_P/I_N = 6,4$$

$$I_P = I_P/I_N \times F_c \times I_M$$

$$I_P = 6,4 \times 0,33 \times 56,6$$

$$I_P = 119,54A$$

$$\Delta U = \frac{119,54 \times \sqrt{3} \times 30,0 \times 0,95}{56 \times 25} = 4,2V$$

$$\Delta U\% = \frac{4,2}{380} \times 100 = 1,1\%$$



Logo será adotado cabo de cobre isolado com 50mm² para fases e 25mm² para proteção.

d) Cálculo da Proteção do Motor

$$I_m = 56,6A$$

$$\text{Fusível} = 56,6 \times 1,25 = 70,7A$$

$$\text{Disjuntor} = 56,6 \times 1,25 = 70,7A$$

Será adotado disjuntor termomagnético de 75A e fusível ultra-rápido de 75A (para proteção da soft-starter)

e) Correção do Fator de Potência

$$\text{Potência do Motor (PM)} = 29,44 \text{ W}$$

$$\text{FP do motor } (\Phi 1) = 0,85$$

$$\text{FP do corrigido } (\Phi 2) = 0,95$$

Cálculo da potência do capacitor (Q)

$$Q = P_M \times Tg(\arccos \Phi 1 - \arccos \Phi 2) = kVAr$$

$$Q = 29,44 \times 0,24 = 7,1kVAr$$

Adotaremos um banco de capacitor trifásico, 380V de 7,5kVAr, que deve fazer parte do CCM com proteção e fiação adequada.

3.2.5.6 Alimentador Geral (Medição ao QGBT)

a) Dados

$$IT = 56,6 + 16,0 + 6,12 + 0,38$$

$$IT = 79,1 \text{ A}$$



$$U = 380 \text{ V}$$

$$L = 10\text{m}$$

Cabo estimado: 25 mm²

b) Pela Queda de Tensão

$$\Delta U = \frac{79,1 \times \sqrt{3} \times 10 \times 0,95}{56 \times 25} = 0,92\text{V}$$

$$\Delta U\% = \frac{0,92}{380} \times 100 = 0,24\%$$

Logo o condutor adotado será cabo de cobre isolado de 25mm² para fase, 25mm² para neutro e 25 mm² para proteção.

c) Proteção da Cablagem de BT

$$IT \times 1,15 = 79,1 \times 1,15 = 91\text{A}$$

Como o fator de menanda médio é 0,71, teremos 91 x 0,71 = 65A

Será adotado disjuntor termomagnético de 75A/750V/5KA em caixa moldada.

3.2.6 Dimensionamento do Pára-raios

3.2.6.1 Parâmetros da Edificação

C = 2,5 metros (Comprimento)

L = 2,5 metros (Largura)

A = 3 metros (Altura)

3.2.6.2 Avaliação do Risco de Exposição

Ae = Área de exposição



$$Ae = CL + 2CA + 2LA + 3,14 (A \times A)$$

$$Ae = 64,5 \text{ m}^2$$

3.2.6.3 Densidade de Descarga para a Terra

Ng = Número de raios para a terra por km² por ano

$$Ng = 0,04 \times Td^{1,25}$$

Td = 30 (nº de dias de trovoadas por ano)

$$Ng = 0,04 \times 30^{1,25}$$

$$Ng = 2,8 \text{ descargas km}^2/\text{ano}$$

3.2.6.4 Freqüência Média Anual Previsível de descargas

$$N = Ng \times Ae \times 10^{-6}$$

$$N = 1,8 \times 10^{-4}$$

3.2.6.5 Fatores de Ponderação

A = 0,3 (Tipo de ocupação da Estrutura)

B = 1,0 (Tipo de construção da Estrutura)

C = 0,3 (Conteúdo da Estrutura)

D = 1,0 (Localização da Estrutura)

E = 0,3 (Topografia)

3.2.6.6 Valor Ponderado

Np = Valor Ponderado de N

$$Np = N \times A \times B \times C \times D \times E$$

$$Np = 4,9 \times 10^{-6} \text{ desc./ano}$$



3.2.6.7 Parâmetros da Norma

Se $NP \geq 10^{-3}$, A estrutura requer proteção

Se $NP \leq 10^{-5}$, A estrutura não requer proteção

Se $10^{-3} > NP > 10^{-5}$, A necessidade poderá ser discutida com o proprietário

3.2.6.8 Conclusão do Cálculo

NÃO É NECESSÁRIO A INSTALAÇÃO DE PÁRA-RAIOS

Dados Técnicos: Norma NBR5419 da ABNT

Fonte: Anexo B da Norma

3.3 Memória de Cálculo do Projeto Elétrico - EEAT/A/B/C

Circ.	Lamp/Tom.	Potência	Quant.	Sub Total	R	S	T
C1	Fluorescente	40	10	400	400		
	Incandescente	60	1	60	60		
C1E	V.Sódio	160	5	800			800
C2/3	V.Mercúrio	125	6	750		750	
T1	Tomada	10.000	1	10.000	3.333	3.333	3.333
T2	Tomada	10.000	1	10.000	3.333	3.333	3.333
T3	Tomada	100	4	400	400		
Total				22.410	7.526	7.416	7.466

LOCAL	MOTOR	QUANT.	IN	IP/IN	η	$\cos\theta$	OBS.
Captação	40	1+1	56,4	6,4	93	0,85	
EEAT/A	25	1+1	37,9	6,5	92,6	0,81	
EEAT/B	75	1+1	101,4	6,7	94,1	0,88	
EEAT/C	30	1+1	42,8	7	93	0,84	
QBE	1	1	1,8	-	-	-	Esgotamento

3.3.1 Carga Instalada

EEAT/A

EEAT/B

Motor: 1x25CVx736W

=

18.400 W

Motor:

1x75CVx736W

= 55.200 W



Iluminação/Tomadas =	2.410 W	EEAT/C
Tomadas de Força =	20.000 W	Motor: 1x30CVx736 = 22.080 W
		QBE: 1 X 1CV X 736 = 736 W
TOTAL	=118.826 W	

3.3.2 Correntes do Sistema (A)

$$I_M = \frac{P_{nm}}{\sqrt{3} \times V_{FF} \times F_p \times \eta} = A$$

$$I_{II} = \frac{P}{V_{FN} \times F_p} = A$$

onde :

- P_{nm} – Potência nominal do motor em W;
- V_{FF} – tensão fase-fase em V;
- V_{FN} – tensão fase-neutro em V;
- F_p – fator de potência corrigido para 0,95;
- η - rendimento do motor de alto rendimento;

$$I_{M1} = \frac{18.400}{380 \times \sqrt{3} \times 0,926 \times 0,81} = 37,3 A \quad I_{M2} = \frac{55.200}{380 \times \sqrt{3} \times 0,941 \times 0,88} = 101,3 A$$

$$I_{M1} = \frac{22.080}{380 \times \sqrt{3} \times 0,93 \times 0,84} = 42,94 A \quad I_{QBE} = \frac{736}{380 \times \sqrt{3} \times 0,826 \times 0,8} = 1,7 A$$

$$I_{II} = \frac{2.410}{220 \times 0,95} = 11,5 A$$

$$I_{ff1,2} = \frac{10.000}{380 \times \sqrt{3} \times 0,95} = 16 A$$



TOTAL = 210,64 A

3.3.3 Dimensionamento do Transformador

De acordo com a NT 002/2002 da Coelce usaremos a seguinte fórmula :

$$D = \left(\frac{0,77a}{FP} + 0,7b + 0,95c + 0,59d + 1,2e + f + g \right)$$

onde:

- D = Demanda total da instalação em kVA;
 - a – Demanda das potências, em kW , para iluminação e tomadas de uso geral
 - b – Demanda de todos os aparelhos de aquecimento, em kVA;
 - c – Demanda de todos os aparelhos de ar condicionado, em kW
 - d – Potência Nominal, em kW, das bombas d'água;
 - e – Demanda de todos os elevadores, em kW;
 - FP- Fator de potência da instalação de iluminação e tomadas;
- $$f = \sum (0,87 \times P_{nm} \times F_u) \times F_s$$
- P_{nm} – Potência nominal dos motores em CV;
 - F_u- Fator de utilização dos motores;
 - F_s- Fator de simultaneidade dos motores;
 - g - Outras cargas não relacionadas em KVA.
 - a = 2,41 kW
 - FP = 0,95



- $b = 0$
- $c = 0$
- $d = 0$
- $e = 0$
- $g = 20$
- $f = (0,87 \times 131 \times 0,87 \times 0,85) = 84,3$

$$D = \frac{0,77 \times 2,41}{0,95} + 84,3 + 20 = 106,2 \text{ kVA}$$

- Transformador adotado 150kVA.

3.3.4 Corrente de Curto Circuito (I_{cc})

$$Z = 3,5\%$$

$$I_{cc} = \frac{I_T}{Z\%} \times 100 = A$$

I_T – corrente nominal do transformador, em A;

$Z\%$ – impedância percentual do transformador.

$$I_T = \frac{150 \times 1000}{380 \times \sqrt{3}} = 228 \text{ A}$$

$$I_{cc} = \frac{228}{3,5} \times 100 = 6,51 \text{ kA}$$

Adotaremos $ICC = 10 \text{ kA}$



3.3.5 Dimensionamento dos Cabos e Disjuntores

3.3.5.1 Alimentação do transformador à medição

a) Dados

$$IT = 228 \text{ A}$$

$$U = 380 \text{ V}$$

$$L = 10,0\text{m}$$

Cabo estimado: 120 mm²

b) Pela Queda de Tensão

$$\Delta U = \frac{228 \times \sqrt{3} \times 10,0 \times 0,95}{56 \times 120} = 0,56\text{V}$$

$$\Delta U\% = \frac{0,56}{380} \times 100 = 0,15\%$$

Logo o condutor adotado será 120mm² para fase, 70mm² para neutro e 25mm² para proteção.

c) Proteção do Transformador

$$IT \times 1,15 = 228 \times 1,15 = 262,2 \text{ A}$$

Será adotado disjuntor termomagnético de 250A/750V/5KA em caixa moldada, conforme norma COELCE.

3.3.5.2 Alimentação do Circuito: Iluminação Interna

a) Dados

Carga: C1



- 5 luminárias com 2 lâmpadas fluorescente de 40 W/220V.....400W.
- 1 luminária com 1 lâmpada incandescente de 60 W/220V.....60W.
- Carga total460W.

$$I_{L1} = \frac{460}{220 \times 0,95} = 2,2A$$

Carga: C2

- 6 luminárias com 1 lâmpada V. M. de 125 W/220V.....750W.
- Carga total.....750W.

$$I_{L2} = \frac{750}{220 \times 0,95} = 3,6A$$

$$L_1 = 10 \text{ m}$$

$$L_2 = 20 \text{ m}$$

$$U = 220V$$

Cabo estimado: 1,5mm²

b) Pela Queda de Tensão

$$\Delta U_1 = \frac{2,2 \times 10 \times 0,95}{56 \times 1,5} = 0,25V \quad \Delta U_2 = \frac{3,6 \times 20 \times 0,95}{56 \times 1,5} = 0,81V$$

$$\Delta U\%_1 = \frac{0,25}{220} \times 100 = 0,11\% \quad \Delta U\%_2 = \frac{0,81}{220} \times 100 = 0,37\%$$

Logo o condutor adotado será 1,5mm² para fase, 1,5mm² para neutro.

c) Proteção do Circuito

$$I_{p1} = 1,15 \times 2,2 = 2,5 \text{ A}$$



$$I_{p2} = 1,15 \times 3,6 = 4,1 \text{ A}$$

Como a corrente máxima que o cabo suporta é de 15 A, escolhemos o disjuntor monofásico de 10 A /250V, em caixa moldada para os dois circuitos.

3.3.5.3 Alimentação do Circuito: Iluminação Externa Pátio

a) Dados

Carga:

- 5 luminárias com 1 lâmpada VS de 160W/220V 800 W.
- Carga total..... 800 W.

$$I_{IL} = \frac{800}{220 \times 0,95} = 3,64 \text{ A}$$

$$L = 25 \text{ m}$$

$$U = 220 \text{ V}$$

Cabo estimado: 2,5mm²

b) Pela Queda de Tensão

$$\Delta U = \frac{3,64 \times 25 \times 0,95}{56 \times 2,5} = 0,6 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \frac{0,6}{220} \times 100 = 0,28\%$$

Logo o condutor adotado será 2,5mm² para fase, 2,5mm² para neutro.

c) Proteção do Circuito

$$I_p = 1,15 \times 3,64 = 4,18 \text{ A}$$

Como a corrente máxima que o cabo suporta é de 21A, escolhemos o disjuntor monofásico de 10 A /250V, em caixa moldada.



3.3.5.4 Alimentação do Circuito: Tomadas

a) Dados

Carga: T3

- 4 tomadas 10 A/220V, 2P+T 400 W.
- Carga total..... 400 W.

$$I_t = \frac{400}{220 \times 0,95} = 1,9A$$

$$L = 15 \text{ m}$$

$$U = 220V$$

Cabo estimado: 2,5mm²

b) Pela Queda de Tensão

$$\Delta U = \frac{1,9 \times 15 \times 0,95}{56 \times 2,5} = 0,19 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \frac{0,19}{220} \times 100 = 0,08\%$$

Logo o condutor adotado será 2,5mm² para fase, 2,5mm² para neutro e 2,5mm² para proteção.

c) Proteção do Circuito

$$I_p = 1,15 \times 1,9 = 2,18 \text{ A}$$

Como a corrente máxima que o cabo suporta é de 21 A, escolhemos o disjuntor monofásico de 10 A /250V, em caixa moldada.



3.3.5.5 Alimentação do Circuito: Tomadas de Força (T1 e T3)

a) Dados

Tomada de força 32A / 750 V = 10.000 W

TOTAL = 10.000 W

$$I_{It} = \frac{10.000}{380 \times \sqrt{3} \times 0,95} = 16A$$

L = 10,0 m

U = 380V

Cabo estimado: 4,0mm²

b) Pela Queda de Tensão

$$\Delta U = \frac{16 \times \sqrt{3} \times 10,0 \times 0,95}{56 \times 4,0} = 1,17V$$

$$\Delta U\% = \frac{1,17}{220} \times 100 = 0,53\%$$

Logo o condutor adotado será 4,0mm² para fase, 4,0mm² para neutro e 2,5mm² para proteção.

c) Proteção do Circuito

$$I_p = 1,15 \times 16 = 18,4A$$

Como a corrente máxima que o cabo suporta é de 28 A, escolhemos o disjuntor termo magnético trifásico 20 A / 750 V, em caixa moldada.



3.3.5.6 Alimentação do Circuito: CCM/ Motor

a) Pela Corrente Nominal dos Motores (EAT A/B/C)

$$\Delta U_1 = \frac{37,3 \times \sqrt{3} \times 15,0 \times 0,95}{56 \times 10,0} = 1,64V$$

$$\Delta U_2 = \frac{101,3 \times \sqrt{3} \times 15,0 \times 0,95}{56 \times 35,0} = 1,27V$$

$$\Delta U_3 = \frac{42,9 \times \sqrt{3} \times 15,0 \times 0,95}{56 \times 10,0} = 1,9V$$

$$\Delta U\%_1 = \frac{1,64}{380} \times 100 = 0,43\% \quad \Delta U\%_2 = \frac{1,27}{380} \times 100 = 0,33\%$$

$$\Delta U\%_3 = \frac{1,9}{380} \times 100 = 0,5\%$$

b) Pela Corrente de Partida dos Motores (soft-starter)

$$I_{m1} = 37,3A \quad I_{m2} = 101,3A \quad I_{m3} = 42,9A$$

$$F_c = 0,33 \text{ (fator de redução)}$$

$$IP/IN_1 = 6,5 \quad IP/IN_2 = 6,7 \quad IP/IN_3 = 7,0$$

$$IP_1 = IP/IN \times F_c \times I_{m1}$$

$$IP_1 = 6,5 \times 0,33 \times 37,3 \quad \therefore \quad IP_1 = 80A$$

$$IP_2 = IP/IN \times F_c \times I_{m2}$$

$$IP_2 = 6,7 \times 0,33 \times 101,3 \quad \therefore \quad IP_2 = 224,8A$$

$$IP_3 = IP/IN \times F_c \times I_{m3}$$

$$IP_3 = 7,0 \times 0,33 \times 42,9 \quad \therefore \quad IP_3 = 99A$$



$$\Delta U_1 = \frac{80 \times \sqrt{3} \times 15,0 \times 0,95}{56 \times 10,0} = 3,52V$$

$$\Delta U_2 = \frac{224,8 \times \sqrt{3} \times 15,0 \times 0,95}{56 \times 35,0} = 2,8V$$

$$\Delta U_3 = \frac{99 \times \sqrt{3} \times 15,0 \times 0,95}{56 \times 10,0} = 4,36V$$

$$\Delta U\%_1 = \frac{3,52}{380} \times 100 = 0,93\% \quad \Delta U\%_2 = \frac{2,8}{380} \times 100 = 0,74\%$$

$$\Delta U\%_3 = \frac{4,36}{380} \times 100 = 1,15\%$$

Logo será adotado cabo de cobre isolado com 10,0mm² para fases e 16mm² para proteção do motor da EEAT/A, para o motor da EEAT/B será adotado o cabo de cobre isolado 35mm² para fases e 16mm² para proteção e para o motor da EEAT/C será adotado o cabo de cobre isolado 10mm² para fases e 16mm² para proteção.

c) Cálculo da Proteção dos Motores (EEAT/A/B/C)

$$Im_1 = 37,3A \quad Im_2 = 101,3A \quad Im_3 = 42,9A$$

$$Fusível_1 = 37,3 \times 1,25 = 46,6A$$

$$Fusível_2 = 101,3 \times 1,25 = 126,6A$$

$$Fusível_3 = 42,9 \times 1,25 = 53,6A$$

Será adotado fusível ultra-rápido de 50A (para proteção da soft-starter) EEAT/A, 125A para EEAT/B e 63A para EEAT/C.

d) Correção do Fator de Potência

$$\text{Potência do Motor (PM)}_1 = 18,4 \text{ kW}$$



$$\text{Potência do Motor (PM)}_2 = 55,2 \text{ kW}$$

$$\text{Potência do Motor (PM)}_3 = 22,08 \text{ kW}$$

$$\text{FP}_1 \text{ do motor } (\Phi 1) = 0,81$$

$$\text{FP}_2 \text{ do motor } (\Phi 1) = 0,88$$

$$\text{FP}_3 \text{ do motor } (\Phi 1) = 0,84$$

$$\text{FP}_{1,2 \text{ e } 3} \text{ corrigido } (\Phi 2) = 0,95$$

Cálculo da potência do capacitor(Q)

$$Q = P_M \times Tg(\arccos \Phi 1 - \arccos \Phi 2) = kVAr$$

$$Q_1 = 18,4 \times 0,32 = 5,9 kVAr$$

$$Q_2 = 55,2 \times 0,179 = 9,9 kVAr$$

$$Q_3 = 22,08 \times 0,26 = 5,7 kVAr$$

Adotaremos um banco de capacitor trifásico, 380V de 6,0kVAr (EEAT/A), 10,0kVAr (EEAT/B) e 6kVAr (EEAT/C), que devem fazer parte do CCM com proteção e fiação adequada.

3.3.5.7 Alimentador Geral (Medição ao QGBT)

a) Dados

$$IT = 37,3 + 101,3 + 42,9 + 32 + 7,7$$

$$IT = 221,2 \text{ A}$$

$$U = 380 \text{ V}$$

$$L = 10\text{m}$$



Cabo estimado: 120 mm²

b) Pela Queda de Tensão

$$\Delta U = \frac{221,2 \times \sqrt{3} \times 10 \times 0,95}{56 \times 120} = 0,54V$$

$$\Delta U\% = \frac{0,54}{380} \times 100 = 0,14\%$$

Logo o condutor adotado será cabo de cobre isolado de 120mm² para fase, 70mm² para neutro e 25 mm² para proteção.

c) Proteção da Cablagem de BT

$$IT = 221,2 \times 1,15 = 254,3A$$

Será adotado disjuntor termomagnético de 250A/750V/10KA em caixa moldada.

3.3.6 Dimensionamento do Pára-raios

3.3.6.1 Parâmetros da Edificação

C = 6,0 metros (Comprimento)

L = 4,0 metros (Largura)

A = 3,5 metros (Altura)

3.3.6.2 Avaliação do Risco de Exposição

Ae = Área de exposição

$$Ae = CL + 2CA + 2LA + 3,14 (A \times A)$$

$$Ae = 132,5 \text{ m}^2$$



3.3.6.3 Densidade de Descarga para a Terra

Ng = Número de raios para a terra por km² por ano

$$Ng = 0,04 \times Td^{1,25}$$

Td = 30 (nº de dias de trovoadas por ano)

$$Ng = 0,04 \times 30^{1,25}$$

$$Ng = 2,8 \text{ descargas km}^2/\text{ano}$$

3.3.6.4 Freqüência Média Anual Previsível de descargas

$$N = Ng \times Ae \times 10^{-6}$$

$$N = 3,7 \times 10^{-4}$$

3.3.6.5 Fatores de Ponderação

A = 0,3 (Tipo de ocupação da Estrutura)

B = 1,0 (Tipo de construção da Estrutura)

C = 0,3 (Conteúdo da Estrutura)

D = 0,4 (Localização da Estrutura)

E = 1,0 (Topografia)

3.3.6.6 Valor Ponderado

Np = Valor Ponderado de N

$$Np = N \times A \times B \times C \times D \times E$$

$$Np = 1,3 \times 10^{-5} \text{ desc./ano}$$



3.3.6.7 Parâmetros da Norma

Se $NP \geq 10^{-3}$, A estrutura requer proteção

Se $NP \leq 10^{-5}$, A estrutura não requer proteção

Se $10^{-3} > NP > 10^{-5}$, A necessidade poderá ser discutida com o proprietário

3.3.6.8 Conclusão do Cálculo

A NECESSIDADE DA INSTALAÇÃO DE PÁRA-RAIOS DEVERÁ SER DISCUTIDA ENTRE O PROPRIETÁRIO E O PROJETISTA

Dados Técnicos: Norma NBR5419 da ABNT

Fonte: Anexo B da Norma

3.3.6.9 Dimensionamento

a) Dados Necessários

Nível de proteção III (IE-1024-I): construção de uso comum

Altura: menor de 20m

Ângulo de proteção: 45°

b) Zona de Proteção

A proteção será dada por um cone cujo vértice correspondente à extremidade superior do captor e cuja geratriz faz um ângulo de α° com a vertical, propiciando um raio de base do cone de valor dado pela seguinte equação:

- $R_p = H_c \times \text{tg}\alpha$
- $R_p =$ Raio da base do cone de proteção (m)
- $H_c =$ Altura da extremidade do captor (m)



- α = Ângulo de proteção com a vertical, fornecido de acordo com o nível de proteção adotado.

c) Cálculo do Pára-raios

- $H_c = 8,0\text{m}$
- $\alpha = 45^\circ$
- $R_p = H_c \times \text{tg}\alpha$
- $R_p = 8\text{m}$

Como a construção tem comprimento máximo de 6m, um pára-raio será adotado, tendo 8 metros de altura montada em poste com afastamento de 2m da estrutura.

d) Número de Condutores de Descida em Função do Perímetro

$$N = \frac{20}{20} = 1,00$$

Logo será usada 1 descida.

3.4 Memória de Cálculo do Projeto Elétrico – Casa de Química

Circ.	Lamp/Tom.	Potência	Quant.	Sub Total	R	S	T
T1	2P	100	8	800			800
T2	2P + T	2.000	1	2.000	2.000		
T3	2P	100	5	500			500
T4	2P + T	2.000	1	2.000		2.000	
T5	2P + T	2.000	1	2.000	2.000		
T6	2P + T	2.000	1	2.000		2.000	
1		560	1	560			560
2	7 (2x40)	560	1	560			560
1E	9x160	1.440	1	1.440			1.440
Total				11.860	4.000	4.000	3.860



LOCAL	MOTOR	QUANT.	IN	IP/IN	η	$\cos\phi$	OBS.
Casa de Química	1/2	1+1	1,21	5	72	0,64	Hipoclorito
	1/2	1+1	1,21	5	72	0,64	Cal
	1	1+1	1,69	8	82,6	0,8	Sulfato
	1/2	1+1	1,21	5	72	0,64	Compressor
	7,5	1+1	11,65	8	90	0,8	Recirculação
	1/4	1+1	0,67	4,5	66,5	0,62	Agitador
	1/2	3+3	1,21	5	72	0,64	Dosador

3.4.1 Carga Instalada

$$\text{Tomada} = 1.300 \text{ W}$$

$$\text{Iluminação} = 2.260 \text{ W}$$

$$\text{Motores: } 0,5 \times 736 = 368 \text{ W (Hipoclorito)}$$

$$0,5 \times 736 = 368 \text{ W (Cal)}$$

$$0,5 \times 736 = 368 \text{ W (Compressor)}$$

$$0,5 \times 736 \times 3 = 1.104 \text{ W (Dosadores)}$$

$$1,0 \times 736 = 736 \text{ W (Sulfato)}$$

$$7,5 \times 736 = 5.520 \text{ W (Recirculação)}$$

$$0,25 \times 736 = 184 \text{ W (Agitador)}$$

$$\text{Tomadas de Força} = 8.000 \text{ W}$$

$$\text{TOTAL} = 20.576 \text{ W}$$

3.4.2 Correntes do Sistema (A)

$$I_M = \frac{P_{nm}}{\sqrt{3} \times V_{FF} \times F_p \times \eta} = A$$

$$I_{II} = \frac{P}{V_{FN} \times F_p} = A$$



onde :

- P_{nm} – Potência nominal do motor em W;
- V_{FF} – tensão fase-fase em V;
- V_{FN} – tensão fase-neutro em V;
- F_p – fator de potência corrigido para 0,95;
- η - rendimento do motor de alto rendimento;

$$I_{M1} = \frac{368}{380 \times \sqrt{3} \times 0,72 \times 0,64} = 1,21A$$

$$I_{M2} = \frac{368}{380 \times \sqrt{3} \times 0,72 \times 0,64} = 1,21A$$

$$I_{M3} = \frac{368}{380 \times \sqrt{3} \times 0,72 \times 0,64} = 1,21A$$

$$I_{M4} = \frac{368}{380 \times \sqrt{3} \times 0,72 \times 0,64} = 1,21A \times 3 = 3,63A$$

$$I_{M5} = \frac{736}{380 \times \sqrt{3} \times 0,826 \times 0,80} = 1,69A$$

$$I_{M6} = \frac{5.520}{380 \times \sqrt{3} \times 0,9 \times 0,8} = 11,65A$$

$$I_{M7} = \frac{184}{380 \times \sqrt{3} \times 0,665 \times 0,62} = 0,68A$$

$$I_{IL} = \frac{2.260}{220 \times 0,95} = 10,8 A$$

$$I_{IT} = \frac{1.300}{220 \times 0,95} = 6,22 A$$

$$I_{if} = \frac{2.000}{220 \times 0,95} = 9,56 A \times 4 = 38,24A$$

$$\text{TOTAL} = 74,12 A$$

3.4.3 Dimensionamento do Transformador

De acordo com a NT 002/2002 da Coelce usaremos a seguinte fórmula :

$$D = \left(\frac{0,77a}{FP} + 0,7b + 0,95c + 0,59d + 1,2e + f + g \right)$$



onde:

- D = Demanda total da instalação em kVA;
- a – Demanda das potências, em kW , para iluminação e tomadas de uso geral
- b – Demanda de todos os aparelhos de aquecimento, em kVA;
- c – Demanda de todos os aparelhos de ar condicionado, em kW
- d – Potência Nominal, em kW, das bombas d'água;
- e – Demanda de todos os elevadores, em kW;
- FP- Fator de potência da instalação de iluminação e tomadas;

$$f = \sum (0,87 \times P_{nm} \times F_u) \times F_s$$

- P_{nm} – Potência nominal dos motores em CV;
- F_u- Fator de utilização dos motores;
- F_s- Fator de simultaneidade dos motores;
- g - Outras cargas não relacionadas em KVA.

- a = 3,56 kW

- FP = 0,95

- b = 0

- c = 0

- d = 0

- e = 0

- g = 8



$$\bullet f = (0,87 \times 13,75 \times 0,65 \times 0,70) = 5,44$$

$$D = \frac{0,77 \times 3,56}{0,95} + 5,44 + 8 = 16,32 \text{ kVA}$$

- Transformador adotado 30kVA.

3.4.4 Corrente de Curto Circuito (I_{cc})

$$Z = 3,5\%$$

$$I_{cc} = \frac{I_T}{Z\%} \times 100 = A$$

I_T – corrente nominal do transformador, em A;

Z% – impedância percentual do transformador.

$$I_T = \frac{30 \times 1000}{380 \times \sqrt{3}} = 45,6 \text{ A}$$

$$I_{cc} = \frac{45,6}{3,5} \times 100 = 1,3 \text{ kA}$$

Adotaremos ICC = 5 kA

3.4.5 Dimensionamento dos Cabos e Disjuntores

3.4.5.1 Alimentação do transformador à medição

a) Dados

$$I_T = 45,6 \text{ A}$$

$$U = 380 \text{ V}$$

$$L = 10,0 \text{ m}$$

Cabo estimado: 16 mm²

**b) Pela Queda de Tensão**

$$\Delta U = \frac{45,6 \times \sqrt{3} \times 10,0 \times 0,95}{56 \times 16} = 0,8V$$

$$\Delta U\% = \frac{0,8}{380} \times 100 = 0,21\%$$

Logo o condutor adotado será 16mm² para fase, 16mm² para neutro e 16mm² para proteção.

c) Proteção do Transformador

$$IT \times 1,15 = 45,6 \times 1,15 = 52,4 \text{ A}$$

Será adotado disjuntor termomagnético de 50A/750V/5KA em caixa moldada, conforme norma COELCE.

3.4.5.2 Alimentação do Circuito: Iluminação Interna**a) Dados**

Carga: C1

- 5 luminárias com 2 lâmpadas fluorescente de 40 W/220V..... 400W.
- 2 luminárias com 1 lâmpada fluorescente de 40 W/220V 80W.
- 1 luminária com 1 lâmpada fluorescente de 20 W/220V 20W.
- 1 luminária com 1 lâmpada incandescente de 60 W/220V..... 60W.
- Carga total 560W.

$$I_{IL} = \frac{560}{220 \times 0,95} = 2,68A$$

$$L = 10 \text{ m}$$



$$U = 220V$$

Cabo estimado: 1,5mm²

b) Pela Queda de Tensão

$$\Delta U = \frac{2,68 \times 10 \times 0,95}{56 \times 1,5} = 0,3V$$

$$\Delta U\% = \frac{0,3}{220} \times 100 = 0,14\%$$

Logo o condutor adotado será 1,5mm² para fase, 1,5mm² para neutro.

c) Proteção do Circuito

$$I_p = 1,15 \times 2,68 = 3,1 \text{ A}$$

Como a corrente máxima que o cabo suporta é de 15 A, escolhemos o disjuntor monofásico de 10 A /250V, em caixa moldada.

3.4.5.3 Alimentação do Circuito: Iluminação Externa Pátio

a) Dados

Carga:

- 9 luminárias com 1 lâmpada VS de 160W/220V..... 1.440 W.
- Carga total 1.440 W.

$$I_{IL} = \frac{1.440}{220 \times 0,95} = 6,89A$$

$$L = 30 \text{ m}$$

$$U = 220V$$

Cabo estimado: 2,5mm²

**b) Pela Queda de Tensão**

$$\Delta U = \frac{6,89 \times 30 \times 0,95}{56 \times 2,5} = 1,4V$$

$$\Delta U\% = \frac{1,4}{220} \times 100 = 0,64\%$$

Logo o condutor adotado será 2,5mm² para fase, 2,5mm² para neutro.

c) Proteção do Circuito

$$I_p = 1,15 \times 6,89 = 7,9 \text{ A}$$

Como a corrente máxima que o cabo suporta é de 21A, escolhemos o disjuntor monofásico de 10 A /250V, em caixa moldada.

3.4.5.4 Alimentação do Circuito: Tomadas**a) Dados**

Carga: T1

- 8 tomadas 100 W/220V 800 W.
- Carga total..... 800 W.

$$I_t = \frac{800}{220 \times 0,95} = 3,8A$$

Carga: T3

- 5 tomadas 100 W/220V 500 W.
- Carga total..... 500 W.

$$I_t = \frac{500}{220 \times 0,95} = 2,4A$$



$$L = 15 \text{ m}$$

$$U = 220\text{V}$$

Cabo estimado: 2,5mm²

b) Pela Queda de Tensão

$$\Delta U_{T1} = \frac{3,8 \times 15 \times 0,95}{56 \times 2,5} = 0,38 \text{ V} \quad \Delta U_{T3} = \frac{2,44 \times 15 \times 0,95}{56 \times 2,5} = 0,25 \text{ V}$$

$$\Delta U\%_{T1} = \frac{0,38}{220} \times 100 = 0,17\% \quad \Delta U\%_{T3} = \frac{0,25}{220} \times 100 = 0,11\%$$

Logo o condutor adotado será 2,5mm² para fase, 2,5mm² para neutro e 2,5mm² para proteção.

c) Proteção do Circuito

$$I_p = 1,15 \times 3,8 = 4,4 \text{ A}$$

Como a corrente máxima que o cabo suporta é de 21 A, escolhemos o disjuntor monofásico de 10 A /250V, em caixa moldada.

3.4.5.5 Alimentação do Circuito: Tomadas de Força

a) Dados

Tomada de força 16A / 750 V = 2.000 W (T2, T4, T5 e T6)

TOTAL = 2.000 W

$$I_{It} = \frac{2.000}{380 \times \sqrt{3} \times 0,95} = 9,57\text{A}$$

$$L = 8,0 \text{ m}$$

$$U = 380\text{V}$$



Cabo estimado: 2,5mm²

b) Pela Queda de Tensão

$$\Delta U = \frac{9,57 \times \sqrt{3} \times 8,0 \times 0,95}{56 \times 2,5} = 0,9V$$

$$\Delta U\% = \frac{0,9}{220} \times 100 = 0,4\%$$

Logo o condutor adotado será 2,5mm² para fase, 2,5mm² para neutro e 2,5mm² para proteção.

c) Proteção do Circuito

$$I_p = 1,15 \times 9,57 = 11,0A$$

Como a corrente máxima que o cabo suporta é de 21 A, escolhemos o disjuntor termo magnético trifásico 15 A / 750 V, em caixa moldada.

3.4.5.6 Alimentação do Circuito: CCM/ Motor

a) Pela Corrente Nominal dos Motores (Hipoclorito, Cal, Compressor e Dosador)

$$\Delta U_{1,2,3e4} = \frac{1,21 \times \sqrt{3} \times 15,0 \times 0,95}{56 \times 2,5} = 0,21V$$

$$\Delta U_5 = \frac{1,69 \times \sqrt{3} \times 15,0 \times 0,95}{56 \times 2,5} = 0,3V$$

$$\Delta U_6 = \frac{11,65 \times \sqrt{3} \times 15,0 \times 0,95}{56 \times 2,5} = 2,0V$$

$$\Delta U_7 = \frac{0,68 \times \sqrt{3} \times 15,0 \times 0,95}{56 \times 2,5} = 0,12V$$



$$\Delta U_2 = \frac{37,3 \times \sqrt{3} \times 15,0 \times 0,95}{56 \times 10,0} = 1,6V$$

$$\Delta U\%_{1,2,3e4} = \frac{0,21}{380} \times 100 = 0,06\% \quad \Delta U\%_5 = \frac{0,3}{380} \times 100 = 0,08\%$$

$$\Delta U\%_6 = \frac{2}{380} \times 100 = 0,53\% \quad \Delta U\%_7 = \frac{0,12}{380} \times 100 = 0,03\%$$

b) Pela Corrente de Partida dos Motores (soft-starter)

$$Im_{1, 2, 3 e 4} = 1,21A \quad Im_5 = 1,69A \quad Im_6 = 11,65A \quad Im_7 = 0,68A$$

$$Fc = 0,33 \text{ (fator de redução)}$$

$$IP/IN_{1, 2, 3 e 4} = 5,0 \quad IP/IN_5 = 8,0 \quad IP/IN_6 = 8,0 \quad IP/IN_7 = 4,5$$

$$IP_{1, 2, 3 e 4} = IP/IN \times IM_{1, 2, 3 e 4}$$

$$IP_{1, 2, 3 e 4} = 5,0 \times 1,21 \quad \therefore \quad IP_{1, 2, 3 e 4} = 6,0A$$

$$IP_5 = IP/IN \times IM_5$$

$$IP_5 = 8,0 \times 1,69 \quad \therefore \quad IP_5 = 13,5A$$

$$IP_6 = IP/IN \times IM_6 \times FC \text{ (soft-starter)}$$

$$IP_6 = 8,0 \times 11,65 \times 0,33 \quad \therefore \quad IP_6 = 30,76A$$

$$IP_7 = IP/IN \times IM_7 \times FC \text{ (inversor)}$$

$$IP_7 = 4,5 \times 0,68 \times 0,33 \quad \therefore \quad IP_7 = 1,0A$$

$$\Delta U_{1,2,3e4} = \frac{6,0 \times \sqrt{3} \times 15,0 \times 0,95}{56 \times 2,5} = 1,0V$$

$$\Delta U_5 = \frac{13,5 \times \sqrt{3} \times 15,0 \times 0,95}{56 \times 2,5} = 2,4V \quad \Delta U_6 = \frac{30,7 \times \sqrt{3} \times 15,0 \times 0,95}{56 \times 2,5} = 5,4V$$



$$\Delta U_7 = \frac{1,0 \times \sqrt{3} \times 15,0 \times 0,95}{56 \times 2,5} = 0,18V$$

$$\Delta U\%_{1,2,3 \text{ e } 4} = \frac{1,0}{380} \times 100 = 0,26\% \quad \Delta U\%_5 = \frac{2,4}{380} \times 100 = 0,63\%$$

$$\Delta U\%_6 = \frac{5,4}{380} \times 100 = 1,42\% \quad \Delta U\%_7 = \frac{0,18}{380} \times 100 = 0,05\%$$

Logo será adotado cabo de cobre isolado com 6,0mm² para fases e 16mm² para proteção do motor da EB-1A e para p motor da EB-1B será adotado o cabo de cobre isolado 10mm² para fases e 16mm² para proteção.

c) Cálculo da Proteção dos Motores (Casa de Química)

$$I_{m_{1, 2, 3 \text{ e } 4}} = 1,21A \quad I_{m_5} = 1,69A \quad I_{m_6} = 11,65A \quad I_{m_7} = 0,68A$$

$$\text{Fusível}_6 = 11,65 \times 1,25 = 14,56A$$

$$\text{Disjuntor}_{1, 2, 3 \text{ e } 4} = 1,21 \times 1,25 = 1,4A$$

$$\text{Disjuntor}_5 = 1,69 \times 1,25 = 2,11A$$

$$\text{Disjuntor}_6 = 11,65 \times 1,25 = 14,56A$$

$$\text{Disjuntor}_7 = 0,68 \times 1,25 = 0,85A$$

Será adotado disjuntor guarda motor de 6,0A/380V para os motores 1, 2, 3, 4 e 5, para o motor 7 será adotado chave inversora de frequência com disjuntor guard motor de 6,0A/380V e o motor 6 será acionado através de soft-starter com disjuntor de 20A e fusível tipo Sitor de 16A.

d) Correção do Fator de Potência (M6)

$$\text{Potência do Motor (PM)}_6 = 5,52 \text{ kW}$$

$$\text{FP}_6 \text{ do motor } (\Phi 1) = 0,80$$



$$FP_6 \text{ corrigido } (\Phi 2) = 0,95$$

Cálculo da potência do capacitor(Q)

$$Q = P_M \times Tg(\arccos \Phi 1 - \arccos \Phi 2) = kVAr$$

$$Q = 5,52 \times 0,34 = 1,88 kVAr$$

Adotaremos um banco de capacitor trifásico, 380V de 2,0kVAr (para o motor 6) com proteção e fiação adequada.

3.4.5.7 Alimentador Geral (Medição ao QGBT)

a) Dados

$$FC = 0,58$$

$$IT = (IM + IT + ITF + IIL) \times FC$$

$$IT = (22,49 + 6,22 + 38,24 + 10,80) \times 0,58$$

$$IT = 45 \text{ A}$$

$$U = 380 \text{ V}$$

$$L = 10\text{m}$$

Cabo estimado: 16 mm²

b) Pela Queda de Tensão

$$\Delta U = \frac{45 \times \sqrt{3} \times 10 \times 0,95}{56 \times 16} = 0,83\text{V}$$

$$\Delta U\% = \frac{0,83}{380} \times 100 = 0,22\%$$

Logo o condutor adotado será cabo de cobre isolado de 16mm² para fase, 16mm² para neutro e 16 mm² para proteção.



c) Proteção da Cablagem de BT

$$IT = 45 \times 1,15 = 51,75A$$

Será adotado disjuntor termomagnético de 50A/750V/5KA em caixa moldada.

3.4.6 Dimensionamento do Pára-raios

3.4.6.1 Parâmetros da Edificação

C = 33.50 metros (Comprimento)

L = 18.50 metros (Largura)

A = 4.2 metros (Altura)

3.4.6.2 Avaliação do Risco de Exposição

Ae = Área de exposição

$$Ae = CL + 2CA + 2LA + 3,14 (A \times A)$$

$$Ae = 1111.9 \text{ m}^2$$

3.4.6.3 Densidade de Descarga para a Terra

Ng = Número de raios para a terra por km² por ano

$$Ng = 0,04 \times Td^{1,25}$$

Td = 30 (nº de dias de trovoadas por ano)

$$Ng = 0,04 \times 30^{1,25}$$

Ng = 2,8 descargas km²/ano

3.4.6.4 Freqüência Média Anual Previsível de descargas

$$N = Ng \times Ae \times 10^{-6}$$



$$N = 3,1 \times 10^{-3}$$

3.4.6.5 Fatores de Ponderação

A = 1.0 (Tipo de ocupação da Estrutura)

B = 1,0 (Tipo de construção da Estrutura)

C = 0,3 (Conteúdo da Estrutura)

D = 1.0 (Localização da Estrutura)

E = 1,0 (Topografia)

3.4.6.6 Valor Ponderado

N_p = Valor Ponderado de N

$$N_p = N \times A \times B \times C \times D \times E$$

$$N_p = 9.4 \times 10^{-4} \text{desc./ano}$$

3.4.6.7 Parâmetros da Norma

Se $NP \geq 10^{-3}$, A estrutura requer proteção

Se $NP \leq 10^{-5}$, A estrutura não requer proteção

Se $10^{-3} > NP > 10^{-5}$, A necessidade poderá ser discutida com o proprietário

3.4.6.8 Conclusão do Cálculo

A NECESSIDADE DA INSTALAÇÃO DE PÁRA-RAIOS DEVERÁ SER DISCUTIDA ENTRE O PROPRIETÁRIO E O PROJETISTA

Dados Técnicos: Norma NBR5419 da ABNT

Fonte: Anexo B da Norma



3.4.6.9 Dimensionamento

a) Dados Necessários

Nível de proteção III (IE-1024-I): construção de uso comum

Altura: menor de 20m

Ângulo de proteção: $45^{\circ}+10^{\circ}$ (Dois Para-raios)

b) Zona de Proteção

A proteção será dada por um cone cujo vértice correspondente à extremidade superior do captor e cuja geratriz faz um ângulo de α° com a vertical, propiciando um raio de base do cone de valor dado pela seguinte equação:

- $R_p = H_c \times \text{tg}\alpha$
- $R_p =$ Raio da base do cone de proteção (m)
- $H_c =$ Altura da extremidade do captor (m)
- $\alpha =$ Ângulo de proteção com a vertical, fornecido de acordo com o nível de proteção adotado.

c) Cálculo do Pára-raios

- $H_c = 13.5 \text{ m}$
- $\alpha = 45^{\circ} + 10^{\circ}$
- $R_p = H_c \times \text{tg}\alpha$
- $R_p = 19.27\text{m}$

Como a construção tem comprimento máximo de 33.5m, 2 (dois) pára-raios serao adotados, tendo 9 metros de altura montado sobre a lage.



d) Número de Condutores de Descida em Função do Perímetro

$$N = \frac{33.5}{20} = 1,67$$

Logo serao usadas 2 descidas.



MONTGOMERY WATSON



4. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS



4 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

4.1 Soft-Starter

4.1.1 Aplicação

Este documento tem como objetivo fixar os requisitos básicos necessários e demais condições a serem adotadas e exigidas pela CAGECE no fornecimento de “Painel Elétrico” com chave partida suave (Soft-Starter) para aplicação no acionamento de conjunto motobomba com motor elétrico trifásico assíncrono, de gaiola em baixa tensão.

O soft starter será utilizado para ajustar os tempos de partida e parada do conjunto motobomba, de forma a se evitar o pico de corrente na partida e parada brusca, reduzindo assim, o efeito de golpes nas tubulações e barriletes, gastos de manutenção e paradas indevidas .

** As rampas de partida e parada serão ajustáveis em função da aplicação.

4.1.2 Dados Técnicos

As tensões, potências, proteções e controle do acionamento estão definidas no documento tabelas de definição – tipos de acionamento – TBD – 01.

Quando não especificada a tensão de comando será de 220V.

4.1.3 Configuração do Sistema

Conforme os desenhos do diagrama unifilar e diagrama dimensional, folha de dados FLD01 e concepção do projeto específico.

4.1.4 Descritivo Funcional

4.1.4.1 Operação Manual

- Disjuntor Geral;



- Botões liga e desliga;
- Ajuste das rampas de partida e parada pré-estabelecidas;
- Partidas rápidas controláveis;
- Bloqueio do funcionamento automático, através de chave seletora no painel.

4.1.4.2 Operação Automática

A operação automática será feita através de sensores (chave de nível, pressostato, relês, etc.) instalados no chão de fábrica e atuando diretamente na Soft Starter ou CLP.

Tanto na operação manual quanto automática deve ser providenciado para que os motores não partam simultaneamente e que o motor reserva só deve funcionar para substituir um motor ativo.

a) Condições para Operação Automática pelo CLP

Quando existir dois ou mais motores ativos ou condições pré-estabelecidas devem ser observadas as premissas abaixo:

- Partida do conjunto motobomba com as condições pré-ajustadas;
- Na falta de energia elétrica, o CLP deverá garantir que os motores não irão partir simultaneamente, partida seqüenciada em intervalo de tempo definido;
- O CLP deverá garantir só uma partida com o motor quente, ou seja com os enrolamentos a temperatura de regime;
- O sinal de proteção será enviado ao CLP que fará a transferência a Soft Starter selecionada;



- O CLP deverá totalizar as horas trabalhadas em cada bomba, efetuando rodízio conforme regime de utilização previsto e acionando as bombas conforme necessidade de projeto;
- Indicação de bomba com defeito.

NOTA: Quando uma bomba estiver com defeito, o CLP deverá inibir o rodízio, permitindo a operação da bomba remanescente.

4.1.5 Proteções do Motor

- Curto – circuito (fusível);
- Sub – tensão;
- Sobre – tensão;
- Proteção contra falta de fase;
- Sobre – corrente.

NOTA: O fabricante do painel deverá seguir a orientação do fabricante da chave soft starter com referência a proteção dos semicondutores.

4.1.6 Funções no Painel Frontal

4.1.6.1 Comando

- Disjuntor Geral;
- Chave seccionadora tripolar para cada motor;
- Chave seletora (manual e automática);
- Botão liga = verde;
- Botão desliga = vermelho.



4.1.6.2 Indicação

- Motor ligado = vermelho;
- Motor com defeito = amarelo;
- Amperímetro digital para indicação de corrente com chave comutadora ou IHM;
- Voltímetro digital para indicação de tensão com chave comutadora;
- Horímetro com 7 dígitos, exatidão 1/100h.

NOTA:

1. Os barramentos devem ter proteção contra contato direto mesmo com a porta aberta e possibilitar acesso aos mesmos quando a manutenção assim necessitar.
2. O porta documentos deverá ser de material anti-chama, e estar solidamente colado na parte interna da porta, observadas as condições de segurança.

4.1.7 Funções e Características da Soft Starter

- Função PUMP CONTROL;
- Pulso de tensão na partida programável (KICK-START);
- Interface serial que possibilita a ligação a módulos de comunicação;
- Função economia de energia (SAVE ENERGY).

4.1.8 Paineis

Os painéis deverão ser fornecidos conforme definido nos seguintes documentos em anexo:



- Folha de dados – painéis elétricos – FLD01;
- Padronização – fiação e cabos – PFC01;
- Padronização – barramentos – PBR01;
- Padronização – teste de fábrica – PTF01;
- Padronização de embalagens – PEB01.

4.1.9 Documentação Técnica

4.1.9.1 Documentos a Serem Apresentados na Proposta de Fornecimento

- Catalogo com as características técnicas do Soft-Starter;
 - Catalogo com as características técnicas do Painel;
 - Dimensional e layout interno do painel;
 - Lista com especificação de material;
 - Catálogos técnicos do CLP (quando aplicável);
 - Declaração que conhece e concorda na íntegra, este termo de referência;
 - Garantia - juntamente com a proposta, o proponente deverá apresentar um termo de garantia para fornecimento do equipamento e de seus componentes por um período assim definido:
 - Chaparia e pintura: 24 meses;
 - Equipamentos elétricos e eletrônicos: 18 meses após a entrega;
- 12 meses após a entrada em operação;



NOTA: Se no período coberto pelo termo de garantia houver algum defeito por falha de projeto, fabricação, transporte ou desempenho, correm por conta e risco do fornecedor todas as despesas com reparos e locomoção dos painéis e equipamentos das instalações da Cagece até na instalação do fabricante e vice-versa.

Se até 30 (trinta) dias depois de notificado, o fornecedor recusar-se a efetuar os reparos solicitados ou não tomar providência em tempo hábil, a Cagece terá o direito de efetuá-los e cobrar os custos dos fabricantes. Este procedimento não afetará os prazos e condições de garantia.

- Assistência Técnica - o proponente deverá comprovar que dispõe de infra-estrutura, tanto de pessoal bem como de peças de reposição em Fortaleza, de forma a prestar atendimento no local de instalação do Painel, caso necessário, em espaço de tempo Máximo de 24 horas;
- Treinamento - o fornecedor a critério da Cagece, obrigará-se a em data definida a realizar treinamento das equipes de operação e manutenção, portanto o proponente deverá apresentar proposta contendo as seguintes informações:
 - Carga horária;
 - Material didático;
 - Conteúdo Programático.

4.1.9.2 Para Aprovação do Projeto

Todos os desenhos deverão ser elaborados em AutoCad 2000 e constar de detalhamento do painel, de forma a compor um caderno único com a formatação abaixo e deverá ser encaminhado ao Eng^o Eletricista da DOB em forma de caderno para a devida aprovação.



- Capa;
- Simbologia;
- Digrama unifilar;
- Diagrama trifilar;
- Digrama de comando;
- Vista frontal;
- Vista de topo;
- Vistas laterais;
- Relação de entradas e Saídas do CLP;
- Interligação Soft Starter, CLP e Instrumentos;
- Lista de materiais com especificação;
- Desenho dimensional de fixação do painel;
- Arranjo interno do painel;
- Diagramas lógicos e ladder da programação do CLP ;
- Manual de programação do CLP ;
- Manual de montagem, parametrização e manutenção do Soft Starter;
- Nome e CREA do projetista.

NOTA:

1. Os documentos após aprovação do projeto deverão ser enviados ao Engenheiro Eletricista da DOB em caráter certificado, sendo 1(uma) cópia e arquivo em disquete 3 ½” ou CD-Rom.



2. Os desenhos e manuais de operação deverão contar os seguintes avisos de segurança:

PERIGO!

1. Sempre desconecte a alimentação geral antes de tocar qualquer componente elétrico associado a Soft Starter.
2. Altas tensões podem estar presentes mesmo após a desconexão da alimentação. Aguarde pelo menos 5 minutos para a descarga dos capacitores da potência.
3. Sempre conecte a carcaça do equipamento à terra de proteção no ponto adequado para isto.



4.1.10 Anexos

TBD - 01 - Tabela de Definições - Tipos de Acionamento

TABELA 1:

POTÊNCIA	Até 5 cv	Acima de 5 até 500 cv
TIPO	PARTIDA DIRETA	INVERSOR OU SOFT STARTER

TABELA 2:

POTÊNCIA	TENSÃO UTILIZADA
Até 200cv	380 V
Acima de 200 até 500cv	440 V
Acima 500cv	4.160 V

NOTA:

Para acionamento em média tensão deverá ser feito estudo específico do acionamento a ser utilizado.

**FLD01 - Folha de Dados - Painéis Elétricos (Captação)**

	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	OBSERVAÇÃO
CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS	NORMA TÉCNICA	ABNT-6808 ANSI-C37-20	NORMA CLIENTE NÃO <input checked="" type="checkbox"/> SIM
	POTENCIA MOTORA / QUANTIDADE	75CV / 02	
	TENSÃO NOMINAL (V)	220 / 380	
	FREQUÊNCIA (HZ)	60	
	CORRENTE BARRAMENTO HORIZONTAL (A)	200	
	CORRENTE BARRAMENTO VERTICAL (A)	150	
	CORRENTE CURTO CIRCUITO (1S) (KA RMS)	5 kA	FATOR DE SEGURANÇA 200% RES. MEC. CURTO CIRCUITO
	TENSÃO DE CONTROLE (V)		
CONDIÇÕES AMBIENTAIS	SUPRESSOR DE SURTOS	<input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO	
	TEMPERATURA AMBIENTE	MÉDIA MÁXIMA- 40 °C	
	UMIDADE RELATIVA	50 A 90 %	
	LOCAL PRÓXIMO DO MAR	<input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> SIM	
	PO ATMOSFERICO OUTRAS IMPUREZAS	<input checked="" type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> SIM NÃO <input checked="" type="checkbox"/> SIM	UMIDADE
CONSTRUÇÃO DO PAINEL	MODULADA	NÃO <input checked="" type="checkbox"/> SIM	
	INSTALAÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/> ABRIGADA AO TEMPO	
	GRAU DE PROTEÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/> IP44-USO GERAL <input type="checkbox"/> IP64-USO NO LITORAL	
	VENTILAÇÃO C / FILTRO	NÃO <input checked="" type="checkbox"/> SIM	
	ESPESSURA DA CHAPA DE AÇO	COLUNA: 2,75 mm (12 USG) PORTA: 2,75 mm (12 USG) CONJUNTO LATERAL: 2,00 mm (14 USG) TETO: 2,00 mm (14 USG)	
	FECHO CREMONA S / CHAVE	NÃO <input checked="" type="checkbox"/> SIM	
	DISPOSITIVO DE ALÍVIO DE PRESSÃO	<input checked="" type="checkbox"/> OBRIGATÓRIO ACIMA DE 50 CV	
	LADO DE MANUTENÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/> FRONTAL FRONTAL E POSTERIOR	
BARRAMENTO	DIMENSÕES	PADRÃO CAGECE	
	MATERIAL	<input checked="" type="checkbox"/> COBRE OUTROS	
	PRATEADO NAS CONEXÕES	<input checked="" type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> SIM	
	CORES DA POLARIDADE	PADRÃO CAGECE - PBR01	
	ISOLAMENTO		
ESPECIFICAÇÃO O ADICIONAL	DIMENSÃO DA FURAÇÃO DO TERMINAL		
	BITOLA DO BARRAMENTO DO ATERRAMENTO		
	BORRACHA VEDAÇÃO	NÃO <input checked="" type="checkbox"/> SIM	
	RESISTENCIA AQUECIMENTO	<input checked="" type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> SIM	
	TOMADA	NÃO <input checked="" type="checkbox"/> SIM	01-220 VCA 2P (10A) 01-PADRÃO INFORMÁTICA 3P
	TERMINAIS DE ATERRAMENTO	NÃO <input checked="" type="checkbox"/> SIM	

**FLD01 - Folha de Dados - Painéis Elétricos (Captação)**

DISCRIMINAÇÃO		PADRÃO				ESPECIAL	
PINTURA	EXTERNA	MUNSELL - N 6,5 CINZA PRATA					
	INTERNA	MUNSELL - N 6,5 CINZA PRATA					
	PLACA DE MONTAGEM	MUNSELL - 5,0 YR 6/14 LARANJA					
	PROCESSO DE PINTURA	ELETROSTÁTICA A BASE EPOXI E UMA DEMÃO DE POLIURETANO COM ESPESSURA MÍNIMA TOTAL DE 100 MICRA					
SISTEMA DE FIAÇÃO	IDENTIFICAÇÃO DE CORES DA POLARIDADE	ABNT NBR-5349 NBR-6149 NBR-6880 CLASSE 2 EB-11	CA	R	AZUL ESCURO		
				S	BRANCO		
			CC	T	MARROM		
				N	AZUL CLARO		
	CORES DA FIAÇÃO	CIRC. CONTROLE	CA	P	VERMELHO	QUANDO UTILIZADO	
				N	PRETO	QUANDO UTILIZADO	
CC				AZUL			
CIRCUITO DE CONTROLE	MÉTODO DE FIAÇÃO	CANALETA	ATERRAMENTO		VERDE		
			SECUNDÁRIO DO TC		AMARELO		
			SECUNDÁRIO DO TP		VERDE		
SISTEMA DE ENTRADA DE FIAÇÃO	POSICIONAMENTO DO CABO	CIRCUITOS	PRINCIPAIS		CONTROLE	OBS.	
			ENTRADA	SAÍDA			
	SISTEMA DE TERMINAIS	BLOCO TERMINAL	FRONTAL				
			POR BAIXO		X	X	X
ACESSÓRIOS	PLAQUETA DE IDENTIFICAÇÃO	EM ACRÍLICO PRETO COM LETRA BRANCA, APARAFUSADA			IDENTIFICAÇÃO DO CMB - SERVIÇO: 1 - TENSÃO (V) 2 - PESO (Kg) 3 - DATA DE FABRICAÇÃO		
	BOLSA PORTA DOCUMENTO, INTERNO À PORTA	SIM			IÇAMENTO - CANTONEIRA DE IÇAMENTO		
	IDIOMA	INGLÊS <input type="checkbox"/> PORTUGUÊS <input checked="" type="checkbox"/>					

**FLD02 - Folha de Dados - Painéis Elétricos (EEAT/A)**

	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	OBSERVAÇÃO	
CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS	NORMA TÉCNICA	ABNT-6808 ANSI-C37-20	NORMA CLIENTE NÃO <input checked="" type="checkbox"/> SIM	
	POTENCIA MOTORA / QUANTIDADE	25CV / 02		
	TENSÃO NOMINAL (V)	220 / 380		
	FREQUÊNCIA (HZ)	60		
	CORRENTE BARRAMENTO HORIZONTAL (A)	100		
	CORRENTE BARRAMENTO VERTICAL (A)	50		
	CORRENTE CURTO CIRCUITO (1S) (KA RMS)	5 kA	FATOR DE SEGURANÇA 200% RES. MEC. CURTO CIRCUITO	
	TENSÃO DE CONTROLE (V)			
CONDIÇÕES AMBIENTAIS	SUPRESSOR DE SURTOS	<input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO		
	TEMPERATURA AMBIENTE	MÉDIA MÁXIMA- 40 °C		
	UMIDADE RELATIVA	50 A 90 %		
	LOCAL PRÓXIMO DO MAR	<input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> SIM		
	PO ATMOSFERICO	<input checked="" type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> SIM		
	OUTRAS IMPUREZAS	NÃO <input checked="" type="checkbox"/> SIM	UMIDADE	
CONSTRUÇÃO DO PAINEL	MODULADA	NÃO <input checked="" type="checkbox"/> SIM		
	INSTALAÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/> ABRIGADA AO TEMPO		
	GRAU DE PROTEÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/> IP44-USO GERAL <input type="checkbox"/> IP64-USO NO LITORAL		
	VENTILAÇÃO C / FILTRO	NÃO <input checked="" type="checkbox"/> SIM		
	ESPESSURA DA CHAPA DE AÇO	COLUNA: 2,75 mm (12 USG)		
		PORTA: 2,75 mm (12 USG)		
		CONJUNTO LATERAL: 2,00 mm (14 USG) TETO: 2,00 mm (14 USG)		
	FECHO CREMONA S / CHAVE	NÃO <input checked="" type="checkbox"/> SIM		
	DISPOSITIVO DE ALÍVIO DE PRESSÃO	<input checked="" type="checkbox"/> OBRIGATORIO ACIMA DE 50 CV		
LADO DE MANUTENÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/> FRONTAL <input type="checkbox"/> FRONTAL E POSTERIOR			
DIMENSOES	PADRAO CAGECE			
BARRAMENTO	MATERIAL	<input checked="" type="checkbox"/> COBRE <input type="checkbox"/> OUTROS		
	PRATEADO NAS CONEXÕES	<input checked="" type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> SIM		
	CORES DA POLARIDADE	PADRAO CAGECE - PBR01		
	ISOLAMENTO			
	DIMENSÃO DA FURAÇÃO DO TERMINAL			
ESPECIFICAÇÃO ADICIONAL	BITOLA DO BARRAMENTO DO ATERRAMENTO			
	BORRACHA VEDAÇÃO	NÃO <input checked="" type="checkbox"/> SIM		
	RESISTENCIA AQUECIMENTO	<input checked="" type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> SIM		
	TOMADA	NÃO <input checked="" type="checkbox"/> SIM	01-220 VCA 2P (10A) 01-PADRÃO INFORMÁTICA 3P	
	TERMINAIS DE ATERRAMENTO	NÃO <input checked="" type="checkbox"/> SIM		

**FLD02 - Folha de Dados - Painéis Elétricos (EEAT/A)**

DISCRIMINAÇÃO		PADRÃO				ESPECIAL			
PINTURA	EXTERNA	MUNSELL - N 6,5 CINZA PRATA							
	INTERNA	MUNSELL - N 6,5 CINZA PRATA							
	PLACA DE MONTAGEM	MUNSELL - 5,0 YR 6/14 LARANJA							
	PROCESSO DE PINTURA	ELETROSTÁTICA À BASE EPÓXI E UMA DEMÃO DE POLIURETANO COM ESPESURA MÍNIMA TOTAL DE 100 MICRA							
SISTEMA DE FIAÇÃO	IDENTIFICAÇÃO DE CORES DA POLARIDADE	ABNT NBR-5349 NBR-6149 NBR-6880 CLASSE 2 EB-11	CA	R	AZUL ESCURO				
				S	BRANCO				
				T	MARROM				
				N	AZUL CLARO				
	CORES DA FIAÇÃO	CIRC. CONTROLE ATERRAMENTO SECUNDÁRIO DO TC SECUNDÁRIO DO TP	CA	P	VERMELHO	QUANDO UTILIZADO			
				N	PRETO	QUANDO UTILIZADO			
CIRCUITO DE CONTROLE MÉTODO DE FIAÇÃO	CANALETA PADRÃO CAGECE - PFC - 01	CC	CA	VERMELHO					
			CC	AZUL					
				VERDE					
				AMARELO					
				VERDE					
SISTEMA DE ENTRADA DE FIAÇÃO	POSICIONAMENTO DO CABO	CIRCUITOS		PRINCIPAIS		CONTROLE	OBS.		
		POSICÃO		ENTRADA	SAÍDA				
		FRONTAL							
		POR BAIXO		X	X	X			
		SISTEMA DE TERMINAIS		BLOCO TERMINAL		X			
ACESSÓRIOS	PLAQUETA DE IDENTIFICAÇÃO	EM ACRÍLICO PRETO COM LETRA BRANCA, APARAFUSADA			IDENTIFICAÇÃO DO CMB - SERVIÇO: 1 - TENSÃO (V) 2 - PESO (Kg) 3 - DATA DE FABRICAÇÃO				
	BOLSA PORTA DOCUMENTO, INTERNO À PORTA	SIM			IÇAMENTO - CANTONEIRA DE IÇAMENTO				
	IDIOMA	INGLÊS <input type="checkbox"/> PORTUGUÊS <input checked="" type="checkbox"/>							

**FLD03 - Folha de Dados - Painéis Elétricos (EEAT/B)**

	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	OBSERVAÇÃO	
CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS	NORMA TÉCNICA	ABNT-6808 ANSI-C37-20	NORMA CLIENTE NÃO <input checked="" type="checkbox"/> SIM	
	POTENCIA MOTORA / QUANTIDADE	75CV / 02		
	TENSÃO NOMINAL (V)	220 / 380		
	FREQUÊNCIA (HZ)	60		
	CORRENTE BARRAMENTO HORIZONTAL (A)	100		
	CORRENTE BARRAMENTO VERTICAL (A)	50		
	CORRENTE CURTO CIRCUITO (1S) (KA RMS)	5 kA	FATOR DE SEGURANÇA 200% RES. MEC. CURTO CIRCUITO	
	TENSÃO DE CONTROLE (V)			
CONDIÇÕES AMBIENTAIS	SUPRESSOR DE SURTOS	<input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO		
	TEMPERATURA AMBIENTE	MÉDIA MÁXIMA- 40 °C		
	UMIDADE RELATIVA	50 A 90 %		
	LOCAL PRÓXIMO DO MAR	<input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> SIM		
	PO ATMOSFERICO	<input checked="" type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> SIM		
	OUTRAS IMPUREZAS	NÃO <input checked="" type="checkbox"/> SIM	UMIDADE	
CONSTRUÇÃO DO PAINEL	MODULADA	NÃO <input checked="" type="checkbox"/> SIM		
	INSTALAÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/> ABRIGADA AO TEMPO		
	GRAU DE PROTEÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/> IP44-USO GERAL <input type="checkbox"/> IP64-USO NO LITORAL		
	VENTILAÇÃO C / FILTRO	NÃO <input checked="" type="checkbox"/> SIM		
	ESPESSURA DA CHAPA DE AÇO	COLUNA: 2,75 mm (12 USG)		
		PORTA: 2,75 mm (12 USG)		
		CONJUNTO LATERAL: 2,00 mm (14 USG)		
	TETO: 2,00 mm (14 USG)			
	FECHO CREMONA S / CHAVE	NÃO <input checked="" type="checkbox"/> SIM		
DISPOSITIVO DE ALIVIO DE PRESSÃO	<input checked="" type="checkbox"/> OBRIGATORIO ACIMA DE 50 CV			
LADO DE MANUTENÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/> FRONTAL <input type="checkbox"/> FRONTAL E POSTERIOR			
DIMENSOES	PADRAO CAGECE			
BARRAMENTO	MATERIAL	<input checked="" type="checkbox"/> COBRE <input type="checkbox"/> OUTROS		
	PRATEADO NAS CONEXOES	<input checked="" type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> SIM		
	CORES DA POLARIDADE	PADRAO CAGECE - PBR01		
	ISOLAMENTO			
	DIMENSÃO DA FURAÇÃO DO TERMINAL			
ESPECIFICAÇÃO ADICIONAL	BITOLA DO BARRAMENTO DO ATERRAMENTO			
	BORRACHA VEDAÇÃO	NÃO <input checked="" type="checkbox"/> SIM		
	RESISTENCIA AQUECIMENTO	<input checked="" type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> SIM		
	TOMADA	NÃO <input checked="" type="checkbox"/> SIM	01-220 VCA 2P (10A) 01-PADRÃO INFORMÁTICA 3P	
	TERMINAIS DE ATERRAMENTO	NÃO <input checked="" type="checkbox"/> SIM		

**FLD03 - Folha de Dados - Painéis Elétricos (EEAT/B)**

DISCRIMINAÇÃO		PADRÃO				ESPECIAL	
PINTURA	EXTERNA	MUNSELL - N 6,5 CINZA PRATA					
	INTERNA	MUNSELL - N 6,5 CINZA PRATA					
	PLACA DE MONTAGEM	MUNSELL - 5,0 YR 6/14 LARANJA					
	PROCESSO DE PINTURA	ELETROSTÁTICA À BASE EPÓXI E UMA DEMÃO DE POLIURETANO COM ESPESURA MÍNIMA TOTAL DE 100 MICRA					
SISTEMA DE FIAÇÃO	IDENTIFICAÇÃO DE CORES DA POLARIDADE	ABNT NBR-5349 NBR-6149 NBR-6880 CLASSE 2 EB-11	CA	R	AZUL ESCURO		
				S	BRANCO		
				T	MARROM		
				N	AZUL CLARO		
	CORES DA FIAÇÃO	CIRC. CONTROLE ATERRAMENTO SECUNDÁRIO DO TC SECUNDÁRIO DO TP	CA	P	VERMELHO	QUANDO UTILIZADO	
				N	PRETO	QUANDO UTILIZADO	
CIRCUITO DE CONTROLE MÉTODO DE FIAÇÃO	CANALETA PADRÃO CAGECE - PFC - 01	CC	CA	VERMELHO			
			CC	AZUL			
SISTEMA DE ENTRADA DE FIAÇÃO	POSICIONAMENTO DO CABO	CIRCUITOS		PRINCIPAIS		CONTROLE	OBS.
		POSICÃO		ENTRADA	SAÍDA		
	FRONTAL						
	POR BAIXO		X	X	X		
SISTEMA DE TERMINAIS	BLOCO TERMINAL		X		X		
ACESSÓRIOS	PLAQUETA DE IDENTIFICAÇÃO	EM ACRÍLICO PRETO COM LETRA BRANCA, APARAFUSADA			IDENTIFICAÇÃO DO CMB - SERVIÇO: 1 - TENSÃO (V) 2 - PESO (Kg) 3 - DATA DE FABRICAÇÃO		
	BOLSA PORTA DOCUMENTO, INTERNO À PORTA	SIM			IÇAMENTO - CANTONEIRA DE IÇAMENTO		
	IDIOMA	INGLÊS <input type="checkbox"/> PORTUGUÊS <input checked="" type="checkbox"/>					



FLD04 - Folha de Dados - Painéis Elétricos (EAT/C)

	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	OBSERVAÇÃO	
CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS	NORMA TÉCNICA	ABNT-6808 ANSI-C37-20	NORMA CLIENTE NÃO <input checked="" type="checkbox"/> SIM	
	POTENCIA MOTORA / QUANTIDADE	30CV / 02		
	TENSÃO NOMINAL (V)	220 / 380		
	FREQUÊNCIA (HZ)	60		
	CORRENTE BARRAMENTO HORIZONTAL (A)	100		
	CORRENTE BARRAMENTO VERTICAL (A)	50		
	CORRENTE CURTO CIRCUITO (1S) (KA RMS)	5 kA	FATOR DE SEGURANÇA 200% RES. MEC. CURTO CIRCUITO	
	TENSÃO DE CONTROLE (V)			
CONDIÇÕES AMBIENTAIS	SUPRESSOR DE SURTOS	<input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO		
	TEMPERATURA AMBIENTE	MÉDIA MÁXIMA- 40 °C		
	UMIDADE RELATIVA	50 A 90 %		
	LOCAL PRÓXIMO DO MAR	<input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> SIM		
	PO ATMOSFERICO	<input checked="" type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> SIM		
	OUTRAS IMPUREZAS	NÃO <input checked="" type="checkbox"/> SIM	UMIDADE	
CONSTRUÇÃO DO PAINEL	MODULADA	NÃO <input checked="" type="checkbox"/> SIM		
	INSTALAÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/> ABRIGADA AO TEMPO		
	GRAU DE PROTEÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/> IP44-USO GERAL <input type="checkbox"/> IP64-USO NO LITORAL		
	VENTILAÇÃO C / FILTRO	NÃO <input checked="" type="checkbox"/> SIM		
	ESPESSURA DA CHAPA DE AÇO	COLUNA: 2,75 mm (12 USG)		
		PORTA: 2,75 mm (12 USG)		
		CONJUNTO LATERAL: 2,00 mm (14 USG)		
	TETO: 2,00 mm (14 USG)			
	FECHO CREMONA S / CHAVE	NÃO <input checked="" type="checkbox"/> SIM		
	DISPOSITIVO DE ALIVIO DE PRESSÃO	<input checked="" type="checkbox"/> OBRIGATORIO ACIMA DE 50 CV		
LADO DE MANUTENÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/> FRONTAL <input type="checkbox"/> FRONTAL E POSTERIOR			
DIMENSOES	PADRAO CAGECE			
BARRAMENTO	MATERIAL	<input checked="" type="checkbox"/> COBRE <input type="checkbox"/> OUTROS		
	PRATEADO NAS CONEXOES	<input checked="" type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> SIM		
	CORES DA POLARIDADE	PADRAO CAGECE - PBR01		
	ISOLAMENTO			
	DIMENSÃO DA FURAÇÃO DO TERMINAL			
ESPECIFICAÇÃO ADICIONAL	BITOLA DO BARRAMENTO DO ATERRAMENTO			
	BORRACHA VEDAÇÃO	NÃO <input checked="" type="checkbox"/> SIM		
	RESISTÊNCIA AQUECIMENTO	<input checked="" type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> SIM		
	TOMADA	NÃO <input checked="" type="checkbox"/> SIM	01-220 VCA 2P (10A) 01-PADRÃO INFORMÁTICA 3P	
	TERMINAIS DE ATERRAMENTO	NÃO <input checked="" type="checkbox"/> SIM		

**FLD04 - Folha de Dados - Painéis Elétricos (EAT/C)**

DISCRIMINAÇÃO		PADRÃO				ESPECIAL	
PINTURA	EXTERNA	MUNSELL - N 6,5 CINZA PRATA					
	INTERNA	MUNSELL - N 6,5 CINZA PRATA					
	PLACA DE MONTAGEM	MUNSELL - 5,0 YR 6/14 LARANJA					
	PROCESSO DE PINTURA	ELETROSTÁTICA À BASE EPÓXI E UMA DEMÃO DE POLIURETANO COM ESPESURA MÍNIMA TOTAL DE 100 MICRA					
SISTEMA DE FIAÇÃO	IDENTIFICAÇÃO DE CORES DA POLARIDADE	ABNT NBR-5349 NBR-6149 NBR-6880 CLASSE 2 EB-11	CA	R	AZUL ESCURO		
				S	BRANCO		
				T	MARROM		
				N	AZUL CLARO		
	CORES DA FIAÇÃO	CIRC. CONTROLE ATERRAMENTO SECUNDÁRIO DO TC SECUNDÁRIO DO TP	CA CC	P	VERMELHO	QUANDO UTILIZADO	
				N	PRETO	QUANDO UTILIZADO	
CIRCUITO DE CONTROLE MÉTODO DE FIAÇÃO	CANALETA PADRÃO CAGECE - PFC - 01	CA	VERMELHO				
		CC	AZUL				
SISTEMA DE ENTRADA DE FIAÇÃO	POSICIONAMENTO DO CABO	CIRCUITOS		PRINCIPAIS		CONTROLE	OBS.
		POSICÃO	ENTRADA	SAÍDA			
	FRONTAL						
	POR BAIXO	X	X	X			
SISTEMA DE TERMINAIS	BLOCO TERMINAL	X		X			
ACESSÓRIOS	PLAQUETA DE IDENTIFICAÇÃO	EM ACRÍLICO PRETO COM LETRA BRANCA, APARAFUSADA			IDENTIFICAÇÃO DO CMB - SERVIÇO: 1 - TENSÃO (V) 2 - PESO (Kg) 3 - DATA DE FABRICAÇÃO		
	BOLSA PORTA DOCUMENTO, INTERNO À PORTA	SIM			IÇAMENTO - CANTONEIRA DE IÇAMENTO		
	IDIOMA	INGLÊS <input type="checkbox"/> PORTUGUÊS <input checked="" type="checkbox"/>					



PFC- 01 – Padronização – Fiação e Cabos

1.0 - NORMAS ATENDIDAS

- ABNT – EB -11 - Condutores de cobre eletrolítico flexível;
- ABNT – NBR - 5349 - Condutores de cobre eletrolítico flexível encordoados;
- ABNT – NBR - 6148 - Isolamento de cabos de composto termoplástico à base em PVC;
- ABNT – NBR - 6880 - Classe 2;
- ABNT – NBR - 9117;

2.0 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Material: cobre eletrolítico flexível;
- Isolamento: PVC especial sem emendas;
- Temperatura máxima: 75°C;
- Classe de Isolamento: 750V – classe 4;
- Bitola: 1,5mm² para circuitos voltimétricos;
- 2,5mm² para circuitos amperimétricos;

3.0 – IDENTIFICAÇÃO

3.1 - CIRCUITO DE CORRENTE

- Bitola: 2,5mm²;
- Fase R: azul escuro;
- Fase S: branco;



- Fase T: marrom;

3.2 - CIRCUITO DE PONTECIAL

- Bitola: 1,5mm²;
- Fase R: azul escuro;
- Fase S : branco;
- Fase T: marrom;

3.3 - CIRCUITO DE CONTROLE

- Bitola: 1,5mm² ;
- Comando de controle: vermelho;
- Neutro: azul claro;
- Terra: verde ;

3.4 - SINALIZAÇÃO DE 4 A 20mA

- Bitola: 1,5mm² ;
- Material: Cobre eletrolítico flexível;
- Constituição: par trançado com blindagem eletrostática;
- Formação: 7 elementos de cobre, passo da torção – 50mm;
- Isolamento: PVC especial sem emendas;
- Temperatura máxima: 75°C;
- Dreno: 7 elementos de cobre estanhado.



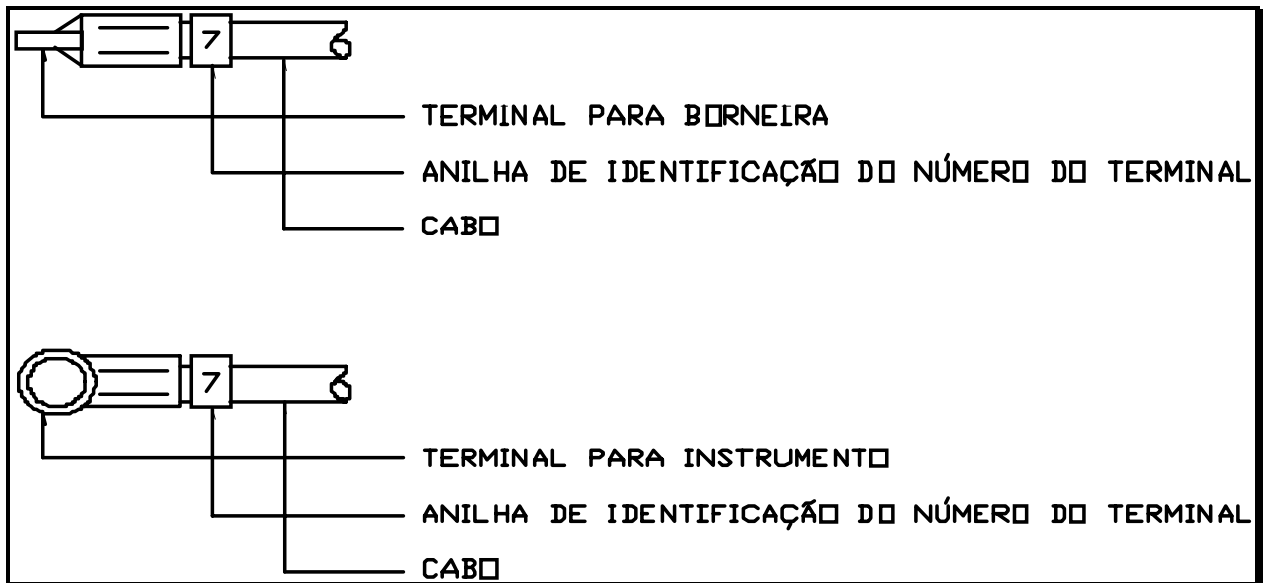
- Blindagem: Eletrostática com enfaixamento de fita de poliéster e alumínio de 0,055mm de espessura.
- Separador: Fita não higroscópica aplicada em hélice sobrepostas, cobrindo 100% do cabo.

4.0 - ANILHA DE IDENTIFICAÇÃO

- Composto especial de PVC flexível (HELVIN);
- Temperatura de trabalho: -20 °C a 70°C;
- Cor: amarelo com gravação em preto;
- Caracteres: de 0 a 9 , A a Z e sinais elétricos;
- Largura: 5mm;



5.0 - IDENTIFICAÇÃO DAS FASES ELÉTRICAS





PBR- 01 – Padronização – Barramentos

1.0 – BARRAMENTOS

Os barramentos serão de cobre eletrolítico puro (99,8%) em barras retangulares dimensionadas de acordo com as capacidades do projeto e pela tabela 1 e atender a última revisão da norma ABNT-NBR-6808.

Tabela 1

Dimensões (retangulares) Espessura x Largura	Tolerância na espessura ou largura (+ ou -)		Área da seção transversal (mm ²)
	Espessura (mm)	largura (mm)	
3x25mm	0.1	0.5	75
3x50mm	0.1	0.7	150
6x50mm	0.2	0.7	300
6x75mm	0.2	1.0	450
6x100mm	0.2	1.0	600
6x150mm	0.2	2.0	900
12x75mm	0.2	1.0	900
12x100mm	0.2	1.0	1200
12x150mm	0.2	2.0	1800

Tabela 2

Identificação do barramento	≤750V	>750V
FASE R	Azul escuro	Azul escuro
FASE S	Branco	Branco
FASE T	Marrom	Vermelho
TERRA	Verde	Verde

NOTA:

Os barramentos devem ser projetados para terem um fator de segurança de 200% na resistência mecânica de curto circuito.

As superfícies de junções barra-barra, barra-conectores e barra-terminais devem ser prateadas.

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

A quantidade de diâmetro dos furos para parafusos obedecem à norma NEMA CC-1.



PTF- 01 – Padronização – Testes de Fabrica

1.0 - INTRODUÇÃO

Esta prescrição tem por objetivo apresentar um roteiro de inspeção com relação aos ensaios finais para os painéis, com a finalidade de comprovar as características dos mesmos em relação às normas ou especificações técnicas definidas no projeto.

O local da inspeção deve ser o pátio de montagem da fabrica.

Para os ensaios testemunhados pelo representante da CAGECE, o fabricante deverá notificar a CAGECE a data da realização dos mesmos, com 10 dias de antecedência.

2.0 – CONTROLE GERAL

Os painéis deverão ser submetidos na fabrica e na presença de um representante legal da CAGECE, aos seguintes itens de inspeção:

2.1 - Dimensional

- Dimensões de cada painel;
- Dimensões externas;
- Dimensões da base (planta de fundação);

2.2 - Lay-out

- Vista frontal;
- Vistas laterais;
- Vista superior;
- Áreas reservadas para entrada e saída de cabo e barramento;



2.3 - Pintura

- Ensaios de aderência, espessura e acabamento da pintura

2.4 - Fiação

- Características da fiação conforme especificado no projeto com cores, temperatura, tipo de classe de isolamento, seção dos condutores;
- Identificação;

2.5 - Bornes terminais

- Identificação conforme desenho;
- Localização em relação à abertura de passagem de cabos;
- Bornes: Tipo adequado para a fiação e quantidade para reserva;
- Pontos de aterramento e seus respectivos terminais;

2.6 - Barramentos

- Dimensão , distância entre fases e terra e conexões;
- Estado de isolamento ou de pintura, identificação das fases;
- Isoladores, suportes e fixação;

2.7 - Relação das etiquetas

- Tamanho e dizeres das placas de identificação;

2.8 - Relação dos materiais

- Especificação do soft starter e principais equipamentos;

2.9 - Acabamento geral

- Inspeção visual;
- Verificação do acabamento;



- Limpeza;

2.10 - Ensaios elétricos de rotina

Os seguintes ensaios serão efetuados:

- Ensaio de operação mecânica e intercambialidade;
- Ensaio de dispositivo elétrico;
- Ensaios dos relés de proteção com atuação direta e calibrada de tensões e correntes para os parâmetros selecionados dos transformadores de medição;
- Ensaio da rampa de aceleração e desaceleração da soft starter;
- Ensaio da resistência de isolamento;
- Verificação de continuidade dos circuitos de comando e força;
- Verificação da polaridade e aterramento dos transformadores;
- Simulação de funcionamento geral;

2.11 – Manual de recebimento

- Manual com desenhos, formulários de inspeção, relação de material e catalogo de operação e manutenção do Soft Starter.

NOTA:

A Cagece se reserva o direito de efetuar inspeções periódicas na fábrica e exigir cópias dos memoriais e cálculos efetuados pelo fornecedor.

A Cagece se reserva o direito de presenciar diretamente ou através de terceiros autorizados a tais testes.

As despesas decorrentes de testes e fornecimento de certificados deverão ser arcadas pelo fornecedor.



As despesas decorrentes do acompanhamento dos testes e inspeções de rotina do pessoal da Cagece e contratados são de responsabilidade do contratado.

O fornecedor será responsável pela mão de obra, local de trabalho, energia, materiais, aparelhos e instrumentos necessários que serão realizados na fábrica.

PEB- 01 – Padronização de Embalagens

1.0 – EMBALAGEM

As embalagens deverão considerar que o transporte será rodoviário e que as caixas estão protegidas contra água e umidade .

Deve ser desenvolvida em função do equipamento a ser embalado, tipo de transporte, condição de manuseio e tempo de estocagem na área da Cagece não inferior a 2,5 anos.

Deverão levar em consideração fatores adversos tais como:

- pó;
- umidade;
- calor;
- luz;
- choques;
- vibrações;

2.0 - MADEIRA

As embalagens em caixas de madeira devem ser de pinho ou outro equivalente;

As peças de madeira deverão ter dimensões padronizadas conforme PB-5 da ABNT, madeira serradas e beneficiadas.



3.0 - PREGO

Devem ser de baixo teor de carbono, tipo cabeça chata conforme EB-73 da ABNT, Pregos Comuns e Aresta de Aço para Madeira ou similar com qualidade superior.

4.0 - PARAFUSO

Para fixação das tábuas dos painéis da embalagem é admitido uso de parafuso conforme NB-45 da ABNT – Parafusos de Madeira;

Os parafusos com diâmetro mínimo de 9mm com porcas de fixação das bases dos painéis devem ser de cabeça sextavada, conforme normas ABNT: PB-41/PB-44/PB-54 Porcas Sextavadas - conforme normas ABNT: PB-169

Arruelas Lisas – conforme normas ABNT: PB-173

Para proteger os painéis elétricos contra danos mecânicos (choques, riscamento e outros) e corrosão (devido à infiltração de água e umidade) durante o transporte, manuseio e estocagem, devem ser utilizados os materiais de proteção conforme tabela:

Proteção contra	Material
Água e Umidade	– Papel laminado em folha metálica e polietileno; – Polietileno laminado; – Papel betumado;
Pó	– Papel Kraft;

Consórcio



MONTGOMERY WATSON

