



## **ANEXO: ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE PAINÉIS E QUADROS DE BAIXA TENSÃO**

### **1.1 Objetivo**

Esta norma estabelece os requisitos mínimos para fornecimento, fabricação e ensaios dos Painéis de Controle de Motores (PCMs) a serem instalados na Estação de Tratamento de Água de Pedro Afonso-TO, com acionamento remoto por meio de presostatos, conforme descrição detalhada a seguir.

### **1.2 Normas Técnicas**

Na aplicação desta norma é necessário seguir, sempre na última edição ou revisão, as normas citadas a seguir.

#### **1.2.1 Normas brasileiras (ABNT)**

NBR-5459 – Manobra e proteção de circuitos – Terminologia

NBR-6146 – Invólucros de Equipamentos Elétricos - Proteção

NBR-6808 – Conjunto de Manobra e Controle de Baixa Tensão Montados em Fábrica – CMF

NBR-6148 – Fios e Cabos com Isolação Sólida Extrudada de Cloreto de Polivinila para Tensões até 750 V sem Cobertura - Especificação

#### **1.2.2 Normas NEMA**

Nema Standard Publication for Industrial Controls and Systems:

ICS-1-110 - Enclosures

ICS-2-322 - General Purpose Motor Control Centers

#### **1.2.3 Normas ANSI**

Federal Standard n.º 595-a

ANSI C-37-20 - Gabinete

#### **1.2.4 Normas DIN**

50.018 - Testing of corrosion; methods of test in  
condensation water alternating atmosphere containing sulphur dioxide

### **1.3 Características**

#### **1.3.1 Características elétricas**

Conforme indicado nos diagramas funcionais referentes aos conjuntos.

#### **1.3.2 Características construtivas**

Os painéis devem ser constituídos de estruturas de aço, rigidamente montadas, formando um conjunto autoportante, capaz de suportar sem deformações os esforços normais resultantes de manobras dos componentes, esforços provocados no embarque e transporte. As chapas das extremidades e o barramento devem ser projetados de modo que sejam facilitadas futuras expansões.

As chapas de aço devem ter espessura nº 14 USG, exceto quando informado em contrário nos diagramas dos conjuntos de acordo com as recomendações do fabricante dos motores.

Os invólucros devem ser projetados com espaço livre de no mínimo 250 mm na parte inferior e 100 mm no topo, para entrada de eletrodutos e cabos pela parte inferior. No caso de entrada de eletrodutos e cabos pela parte superior, os valores das dimensões citadas devem ser permutados. Em cada módulo dos Painéis deve ter uma única placa



de montagem removível, onde os componentes de potência devem ser fixados através de parafusos com rosca na placa de montagem.

Não será permitida a montagem de Painéis com as partes traseiras justapostas. O acesso à parte de trás deve ser sempre possível através de tampa removível.

Cada módulo dos painéis deve conter folga mínima de 10% de espaço para utilização futura.

### **1.3.3 Estrutura e chaparia**

Os painéis serão constituídos de um sistema modular formado por um ou mais módulos autossustentáveis, de altura máxima 2300 mm.

Os módulos auto-sustentáveis devem ser montados sobre bases soleiras construídas em perfil apropriado de aço com 100 mm de altura e possuir furos para os chumbadores.

Todos os elementos de fixação, tais como parafusos, arruelas, porcas, devem ser de aço cadmiado ou galvanizados.

Os módulos dos painéis devem ser de linha padronizada comercialmente, com dimensões que atendam às necessidades de instalação, operação e manutenção.

O acesso aos equipamentos será feito pela parte frontal através de portas com manopla rotativa e fechos do tipo cremona, com maçaneta embutida com chave.

As portas devem ser guarnecidas de vedações de borracha especial à base de neoprene com EPDM.

As portas que possuírem equipamentos embutidos devem ser reforçadas internamente.

Os módulos auto-sustentáveis devem ser providos de tampa inferior, quatro olhais para içamento e chapas laterais inteiriças e removíveis, com flanges para passagem de barramentos e fiação de interligação, quando da expansão do conjunto.

O acoplamento mecânico do conjunto consiste na fixação das laterais justapostas e das bases soleiras respectivas, de maneira a formar um conjunto rígido. Todas as unidades devem possuir a mesma profundidade.

### **1.3.4 Grau de proteção**

Os painéis devem ser construídos em grau mínimo de proteção IP-54 (exceto para montagem de equipamentos na porta, quando poderá ser IP-40).

### **1.3.5 Proteção contra surtos e descargas atmosféricas**

A proteção deve ser em cascata, em todos os níveis.

### **1.3.6 Barramentos e isoladores**

Toda barra deve ser de cobre eletrolítico com 99,99% de pureza, isenta de emendas exceto em acoplamentos.

As barras e seus suportes devem ser dimensionados para resistir aos esforços térmicos e mecânicos, devido às forças oriundas das correntes de curto-circuito definidas nos diagramas funcionais.

As barras de cobre devem ter seção constante e ser dimensionadas para uma densidade máxima de corrente de 2,0 A/mm<sup>2</sup>.

A barra de terra deve possuir seção não inferior a 100 mm<sup>2</sup> com um furo em cada extremidade para interligação ao sistema de aterramento.

As junções entre os barramentos de módulos distintos de um mesmo conjunto devem ser efetuadas por barras de interligação firmemente aparafusadas.



Todas as juntas ou derivações devem ter seus contatos revestidos de prata por deposição eletrolítica, perfeitamente alinhados e firmemente aparafusados, através de parafusos, porcas e arruelas de pressão de aço cadmiado, para assegurar máxima condutividade.

O barramento deve ser firmemente fixado através de isoladores com propriedades dielétricas adequadas de material não higroscópico e não inflamável.

As distâncias de isolamentos e escoamento devem obedecer às normas IEC 664 e IEC 664A. Dimensões, espaçamento e furações, especialmente das interligações, devem ser indicados nos desenhos do fabricante.

Cada módulo deve possuir uma barra de terra de fácil acesso fixada na parte inferior, em toda sua extensão, e as carcaças dos equipamentos instalados no interior do armário, como Transformadores de Corrente e de Potencial, placa de montagem, autotransformador, transformador de comando, devem ser conectadas diretamente a esta barra.

Aos demais, é suficiente o contato carcaça-estrutura. A porta deve ser interligada com cordoalha flexível de cobre. O aquecimento dos painéis deve atender os limites de temperatura admissíveis previstos na norma NBR-6808, tabela 5, anexo B.

#### **1.3.6.1 Identificação das barras**

<b>Fase A:</b>	Cor azul
<b>Fase B:</b>	Cor branca
<b>Fase C:</b>	Cor violeta ou marrom
<b>Terra:</b>	Cor verde amarelo ou verde
<b>Neutro:</b>	Cor azul claro

#### **1.3.7 Dispositivos de Partida**

Partida micro processada tipo inversor de frequência, “Soft-Starter” e partida direta com contator.

##### **1.3.7.1 Chave de Partida Estática “Soft Starter”**

A chave de partida estática microprocessada deverá ser projetada, fabricada e ensaiada, de acordo com as últimas revisões das normas UL / ABNT.

##### **1.3.7.2 Chave de Partida Estática – Inversor de Frequência**

O inversor de frequência, no qual se produz a tensão e frequência de saída variáveis, deve ser apropriado para variação da rotação de motores elétricos.

O equipamento deve garantir uma corrente senoidal na saída.

Normas:

- IEC n.º 146 e n.º 146-2 – Conversor de Frequência Variável
- Compatibilidade Eletro Magnética
- CEM (emissão conduzida e irradiada)
- IEC – 1800-3/EN 61800-3, Ambientes: 2 (rede industrial) e 1 (rede pública) com distribuição restrita.
- EN 55011 classe A (filtros atenuadores de rádio frequência incorporado).
- EN 55022 classe B, com filtros adicionais.
- Filtros



As interferências na entrada produzidas por harmônicos e rádio frequência devem ser atenuadas de tal forma a não perturbar a rede da Concessionária de Energia. Para isso, é necessária a utilização de filtros “LC” e “IRF” compatíveis com o equipamento, para atingir-se atenuação mínima de 40% da corrente eficaz IRMS.

### **Documentação**

A contratada deve fornecer 02 (dois) jogos de cópias impressas de catálogos e manuais de instalação, operação e manutenção do equipamento e acessórios, preferencialmente em língua portuguesa .

**Treinamento:**A contratada deve fornecer treinamento qualificado a no mínimo um grupo de 6 (seis) funcionários indicados pelo SISAPA, com carga horária mínima de 16 (dezesseis) horas sobre o funcionamento de seus equipamentos, na praça de aplicação dos mesmos, atendendo a todas as necessidades de operação, manutenção e programação. Este treinamento deve ser indicado no cronograma com conteúdo programático, e ser ministrado em português, incluindo material didático.

### **1.3.8 Fiação, terminais e dispositivos**

Para a fiação, devem ser utilizados condutores de cobre eletrolítico, encordoamento classe 4, com isolamento de composto termoplástico, não higroscópico, não propagador de chamas e classe de tensão mínima 750V.

Os condutores não podem possuir emendas. Os bornes terminais utilizados devem ser unipolares, classe de isolamento 750 V, com a parte condutora e elementos de aperto construídos em material não ferroso.

Os bornes terminais devem ser fixados sobre perfilado DIN e reunidos em blocos providos de placas laterais de acabamento, postes de fixação, separadores isolantes, pontes para conexões entre dois ou mais bornes contínuos e pastilhas de material anti-chama gravadas para identificação.

Cada terminação do borne deve ter apenas um terminal, contendo somente um condutor.

Na régua de bornes dos componentes da porta, deve ser previsto um bloco de bornes do tipo curto-circuitável separado por postes, para circuitos de corrente com acessórios como pontes móveis, placas separadoras, buchas, pontes de conexão, bloqueios, de forma a possibilitar testes sob carga e impedir abertura acidental do circuito.

As régua terminais devem ser instaladas em planos verticais ou horizontais, em locais de fácil acesso para instalação e inspeção, e possuir no mínimo 20% de reserva.

Dispositivos auxiliares para controle tais como botões de comando e chaves seletoras, devem ser da linha para serviços pesados, com grau de proteção contra toque acidental IP-20. As botoeiras devem ter seus contatos não soldáveis e com a seguinte codificação de cores: Partida (verde); Parada(vermelha); Rearme(Amarela); Emergência (vermelha); Teste de sinalização (preta).

O botão de emergência deve ser do tipo soco ou cogumelo, com trava do acionador de modo a distinguir quando acionado.

Para tensões até 220 V, a chave seletora para voltímetro deve ser prevista para leitura nas três fases (fase-fase) e possuir a 4ª posição sem tensão.

Para tensões acima de 220 V, deve ser prevista a instalação de Transformadores de Potencial com secundário em 220 V, de modo a utilizar a chave seletora para voltímetro.

A chave seletora para amperímetro deve garantir comutação segura e ininterrupta para leitura de corrente nas três fases, e possuir a 4ª posição curto-circuitando todos os Transformadores de Corrente.



Os Transformadores de Corrente devem ter capacidade térmica e mecânica suficiente para suportar as correntes de curto-circuito especificadas. As relações dos Transformadores de Corrente devem ser as indicadas em projeto.

Para os amperímetros convencionais, deve haver a duplicação do fundo de escala.

Os sinaleiros devem ser montados na porta dos módulos.

Devem ser utilizados sinaleiros tipo “7 LEDs”, providos de resistores atenuadores, nas seguintes cores: Ligado (vermelho); Desligado (verde); Falta a terra (branca); Sobrecarga, Defeito e Intervalo de partida (amarela).

Os resistores de aquecimento serão em 220 Vac, com termostato operando de 0 a 40°C.

### **1.3.9 Comando e Controle**

A tensão dos circuitos de comando deve ser 220 Vac, fornecida através de transformador de comando independentemente do valor da tensão de alimentação dos Painéis.

Os condutores de comando e controle devem ser alojados em canaletas.

As canaletas devem ser de PVC não inflamável, do tipo chama auto-extingüível, contendo rasgos laterais para passagem de cabos, com seção compatível com o número de condutores, de modo que a ocupação máxima seja de 70%, e provida de tampas removíveis do mesmo material.

As canaletas não devem possuir cantos vivos que possam danificar a isolação da fiação. As canaletas devem ser instaladas apenas nas posições horizontal e vertical. Para junção entre extremidades em “L”, o acabamento deve ser feito em corte diagonal de 45°.

Cada extremidade dos condutores de comando e controle deve ser provida de um terminal pré-isolado de compressão em cobre prateado tubular.

Para circuitos de comando, voltimétricos e de aquecimento, devem ser utilizadas bitolas 1,5 mm<sup>2</sup>.

Para circuitos amperimétricos devem ser utilizadas bitolas 2,5 mm<sup>2</sup>.

Corrente contínua:	Positivo (cor vermelha) Negativo (cor preta);
Corrente alternada:	Cor cinza claro;
Amperimétricos e voltimétricos:	Cor amarela;
Neutro:	Cor azul claro;
Terra:	Cor verde/amarelo ou verde.

As interligações dos condutores de comando e controle entre os módulos distintos de um mesmo conjunto devem ser executadas pelo fabricante através de réguas terminais instaladas em cada módulo. No caso de ser necessário o desacoplamento de um dos módulos para transporte, a fiação de interligação deve ser recolhida a um dos módulos.

Na parte fixa de cada módulo, devem ser previstas réguas independentes de bornes para interligação:

- aos componentes de campo;
- aos componentes da porta.

As interligações devem ser feitas por condutores flexíveis agrupados e amarrados com abraçadeiras de nylon 6.6, formando um cabo múltiplo devidamente fixado, de modo a não transmitir esforços mecânicos aos terminais.

### **1.3.10 Potência**

Os condutores de potência devem ser agrupados por chicote.



Na entrada e saída, os condutores de potência devem ser fixados por suportes próprios. As bitolas dos cabos de potência devem ser dimensionadas com 25% acima da corrente nominal do circuito.

Cada condutor de potência deve ser identificado na sua extremidade, como segue:

Fase A:	Cor preta, com fita adesiva azul escura;
Fase B:	Cor preta, com fita adesiva branca;
Fase C:	Cor preta, com fita adesiva violeta ou marrom;
Neutro:	Azul claro;
Terra:	Cor verde/amarelo ou verde.

Cada extremidade dos condutores de potência deve ser provida de terminais de compressão em cobre prateado isolados com material termocontrátil.

Devem ser usados bornes de potência somente para correntes até 25 A, dimensionados para capacidade mínima de 125% da corrente nominal do circuito.

Acima dessa capacidade, devem ser previstas barras de conexão com dimensões, espaçamento e furação adequados.

#### **1.3.11 Identificação dos componentes**

Todos os componentes dos painéis devem ser identificados por etiquetas, sendo as internas do tipo “crachazinho”, e as externas de acrílico, inscrição branca em fundo preto, fixadas na porta por parafusos e porcas.

Todos painéis deve ser identificado por uma placa em material incorrosível, fixada na parte frontal externa e contendo, no mínimo, as seguintes informações:

- Nome do fabricante;
- N.º do pedido de compra;
- Tensão nominal;
- Freqüência nominal;
  
- Corrente nominal de barramento;
- Capacidade de curto-circuito do barramento.

Cada módulo dos painéis deve ser identificado por uma placa em acrílico, com fundo na cor preta e inscrição na cor branca e com 3 mm de espessura, fixada na parte frontal externa e contendo as seguintes informações:

- Identificação do módulo conforme diagramas;
- Potência nominal;
- Tipo de partida.

#### **1.3.12 Acessórios**

Os módulos devem ser fornecidos com os seguintes acessórios:

- Chumbadores de aço galvanizado completos para fixação;
- Porta-desenhos construídos em chapa de aço, fixados com parafusos na parte interna de uma das portas;
- Punho para saque de fusíveis (1 por módulo);
- Iluminação interna por lâmpada fluorescente 16 W / 220 V, completa com reator eletrônico e suportes na parte superior de cada módulo, acionada por chave fim de curso na abertura da porta;
- Grelhas para ventilação com tela e filtro.

Se solicitado, deve ser instalado um sistema de ventilação forçada para cada módulo, visando lançar ao ambiente o excesso de calor interno gerado pelos componentes elétricos. Deve ser constituído por venezianas de alumínio anodizado, elemento filtrante



anti-inflamável com saturação mínima de 650g/m<sup>2</sup>, ventilador tipo axial com rolamentos com expectativa de vida útil de 20.000hs, e grade de proteção metálica contra contatos acidentais com as hélices do ventilador.

A quantidade de ventiladores deve ser dimensionada para manter uma temperatura não superior a 40°C dentro do módulo.

### **1.3.13 Ferramentas Especiais**

Devem ser fornecidas ferramentas ou instrumentos especiais necessários à montagem e manutenção do equipamento.

### **1.3.14 Tratamento da Superfície, Pintura e Acabamento**

Os módulos devem receber tratamento das chapas e pintura, interna e externamente, após terem sido efetuadas todas as furações e aberturas para instalação de instrumentos, chaves, botões, sinalizadores nas partes frontais, e aberturas para passagem de barramentos, canaletas nas partes laterais dos módulos, de acordo com os desenhos aprovados.

#### **1.3.14.1 Preparação das superfícies**

As superfícies das chapas de aço devem ser preparadas por um dos processos abaixo:

Tipo 1: Processo de fosfatização

- Decapagem em solução ácida;
- Fosfatização;
- Neutralização em solução ácida;
- Secagem.

Obs.: Entre as três primeiras operações acima, lavar as chapas de aço com jatos de água.

Tipo 2: Processo de jateamento ao metal quase branco

- Limpeza minuciosa mediante escovação;
- Remoção de óleos e graxas mediante o uso de solventes apropriados;
- Jateamento abrasivo ao metal quase branco conforme especificação da norma americana SSPC – SP 10, ou grau Sa 2½ da norma sueca SIS 05 5900 (1967).

Tipo 3: Processo para orla marítima

- Limpeza minuciosa mediante escovação;
- Remoção de óleos e graxas mediante o uso de solventes apropriados;
- Jateamento abrasivo ao metal quase branco conforme especificação da norma americana SSPC – SP 10, ou grau Sa 2½ da norma sueca SIS 05 5900 (1967);
- Metalização com arame de zinco puro aplicado à pistola, espessura mínima de 75 microns, com uma demão de “wash primer” à base de epóxi isocianato alifático, com espessura mínima de 20 microns, aplicado sobre a metalização.

Obs.: O intervalo entre o jateamento e a metalização deve ser inferior a 24 horas.

Obs.: Deve ser indicado nos desenhos referentes às vistas e dimensões um resumo das principais características do tratamento, pintura e acabamento, inclusive fabricante e tipo de tinta.

#### **1.3.14.2 Pintura**



A pintura dos módulos deve ser feita pela aplicação de uma demão de tinta em pó à base de poliéster texturizado por processo eletrostático, com espessura mínima de 80 microns, quando fosfatizados, e 100 microns, quando por jateamento.

COR: Caixa e flange – cinza RAL 7032;

Placa de montagem – laranja RAL 2000/2003.

#### **1.4 Inspeção e Ensaios**

A contratada deve enviar ao cliente 02 (duas) vias impressas e arquivo eletrônico dos relatórios de ensaios realizados nos painéis.

Os relatórios devem conter:

- Identificação completa do equipamento ensaiado, incluindo tipo, número de série, dados de placa de identificação;
- Resumo de cada ensaio executado com resultados e, em caso de necessidade, a interpretação destes;
- Resultados dos ensaios executados durante a fabricação;
- Memória de todos os cálculos efetuados;
- Certificados de ensaios a que foram submetidos os componentes dos painéis.

##### **1.4.1 Ensaios de rotina**

Os ensaios de rotina executados em todos os módulos devem ser de acordo com a norma ABNT NBR 6808:

- Inspeção visual, incluindo layout interno e externo, e dimensões;
- Verificação de fiação e ensaios de operação elétrica e mecânica;
- Resistência de isolamento;
- Verificação das medidas de proteção e da continuidade elétrica dos circuitos;
- Tensão suportável à frequência industrial.

##### **1.4.2 Ensaios de tipo**

Devem ser feitos os ensaios de tipo mencionados e descritos na norma ABNT NBR 6808:

- Elevação de temperatura;
- Tensão suportável à frequência industrial durante um minuto;
- Curto-circuito;
- Verificação da eficácia do circuito de proteção;
- Verificação das distâncias de isolamento e escoamento;
- Verificação dos graus de proteção para invólucros e medidas de proteção contra - choques elétricos.

##### **1.4.3 Acompanhamento da fabricação e inspeção**

Durante os ensaios e fabricação os equipamentos e materiais devem ser submetidos à inspeção do SISAPA. O fabricante deve fornecer pessoal qualificado a prestar informações e executar ensaios.

Em especial, serão inspecionados os seguintes aspectos durante as fases de fabricação:

- Espessura e processo de tratamento de chapa, preparação de superfície, pintura, acabamento e teste de aderência;
- Componentes de fixação do quadro na base e no piso;
- Localização das régua terminais e suportes para cabos em relação aos furos de saída dos módulos;



- Bitolas, polaridades e distâncias entre fase-fase e fase-terra dos barramentos e derivações;
- Apertos de parafusos das partes condutoras;
- Características, polaridade e ligações dos Transformadores de Corrente e de Potencial;
- Características, escalas, ligações e funcionamento dos instrumentos de medição.

## **1.5 Documentação Técnica**

### **1.5.1 Documentos para análise técnica e aprovação**

#### **1.5.1.1 Documentos para aprovação**

A contratada deve fornecer 02 (dois) jogos de cópias impressas dos seguintes documentos:

A contratada deve fornecer 02 (dois) jogos de cópias impressas dos seguintes documentos:

- Cronograma detalhado com todos eventos do fornecimento, inclusive inspeção de fabricação, ensaios e apresentação dos documentos definitivos;
- Vistas frontais, laterais, cortes, arranjos físicos interno e externo dos módulos, mostrando a disposição dos equipamentos devidamente identificados. O desenho de arranjo físico externo, deve incluir a lista de funções dos elementos dispostos no frontal do painel;
- Especificação técnica detalhada de todos os equipamentos que compõem os módulos;
- Desenhos dimensionais com indicação de massa dos módulos completamente montados e separados para transporte;
- Diagramas unifilares e trifilares, detalhando as ligações de medição e proteção;
- Diagramas funcionais;
- Diagrama de fiação de conexão;
- Detalhes típicos de fixação e conexão;
- Desenho de fixação da base;
- Desenhos das réguas de bornes com indicação das conexões;
- Listas de etiquetas e desenhos das placas de identificação;
- Relação de materiais contendo características técnicas dos componentes e identificação conforme diagramas;
- Catálogo e manuais de instalação, operação e manutenção dos equipamentos e acessórios dos módulos.

#### **1.5.1.2 Lista de desenhos e documentos.**

O cliente devolverá 01 (um) jogo de cópias dos documentos, assinalando na capa uma das seguintes anotações:

- Aprovado;
- Aprovado com restrições;
- Reprovado.

#### **1.5.1.3 Documentos certificados**

A contratada, após receber os documentos aprovados, deve enviar:

- 02 (dois) jogos de cópias impressas, assinalando em todas as folhas "Documento certificado";
- 02 (dois) jogos de manuais de instruções para montagem, pré-operação, operação e manutenção;

- 02 (duas) vias de catálogos de todos os componentes e acessórios devidamente identificados.

#### **1.5.1.4 Documentos “Como construído”**

A contratada deve enviar:

- 01 (um) jogo de cópias impressas e 01 (um) arquivo eletrônico dos documentos, assinalando em todas as folhas “Como construído”;
- 02 (dois) jogos de cópias impressas de manuais de manuseio e armazenamento dos equipamentos;
- 04 (quatro) jogos de manuais de instruções para montagem, pré-operação e manutenção.

As modificações sugeridas pelo contratado serão aceitas desde que estejam de acordo com as normas dos fabricantes dos motores e após aprovação pelo Técnico credenciado pela Prefeitura Municipal de Pedro Afonso – TO.

Pedro Afonso, maio/2015.

Eng. Ricardo Sardinha Moraes.  
CREA: 19.262/D-MG