



caesb

COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO DISTRITO FEDERAL

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Sistema de bombeamento DIP

Sumário

1	EQUIPAMENTOS MECÂNICOS	4
1.1	SISTEMA DE BOMBEAMENTO	4
1.2	VÁLVULAS	4
1.2.1	VÁLVULA ESFERA (macho) EXCÊNTRICA (para esgoto)	4
1.2.2	VÁLVULA DE RETENÇÃO DE PORTINHOLA SIMPLES	4
2	EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E DE AUTOMAÇÃO	5
2.1	INSTRUMENTAÇÃO DE PROCESSO	5
2.1.1	MEDIDOR DE VAZÃO – CARRETEL	5
2.1.2	MULTIMEDIDOR DE ENERGIA	6
2.1.3	TRANSMISSOR DE PRESSÃO – MEDIDOR DE NÍVEL	7
2.2	COMUNICAÇÃO	8
2.2.1	SWITCH INDUSTRIAL GERENCIÁVEL – 8 PORTAS	8
2.2.2	NOBREAK INDUSTRIAL	9
2.2.3	PoE INDUSTRIAL	10
2.2.4	CONECTOR RJ45 CAT6	11
2.2.5	CONECTOR DE REDE ETHERNET INDUSTRIAL	12
2.2.6	DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTO EM COMUNICAÇÃO INDUSTRIAL	13
2.2.7	GATEWAY CELULAR INDUSTRIAL ROBUSTO	14
2.2.8	RÁDIO DE COMUNICAÇÃO INDUSTRIAL	15
2.3	AUTOMAÇÃO	16
2.3.1	INVERSOR DE FREQUÊNCIA	16
2.3.2	CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL	18
2.3.3	FONTE DE ALIMENTAÇÃO MODULAR	20
2.3.4	MÓDULO DE COMUNICAÇÃO INDUSTRIAL	20
2.3.5	MÓDULO DE SAÍDA ANALÓGICA	21
2.3.6	MÓDULO DE ENTRADA ANALÓGICA	21
2.3.7	MÓDULO DE SAÍDA DIGITAL	22
2.3.8	MÓDULO DE ENTRADA DIGITAL	22
2.3.9	DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO PARA SINAIS ANALÓGICOS	22
2.3.10	INTERFACE HOMEM-MÁQUINA	23
2.4	QUADRO ELÉTRICO E DE AUTOMAÇÃO	24
2.4.1	PAINEL TIPO ARMÁRIO PARA CCM/QA (CENTRO DE COMANDO DE MOTORES/QUADRO DE AUTOMAÇÃO) 24	
2.4.2	EXAUSTOR DE PAINEL	25
2.4.3	CONTATORES	26
2.4.4	DISJUNTOR GERAL TRIPOLAR	27
2.4.5	FUSÍVEL DE ENTRADA	27
2.4.6	CONTATOR GERAL	28
2.4.7	TRANSFORMADOR DE CORRENTE (TC)	29
2.4.8	TRANSFORMADOR DE POTENCIAL (TP)	29
2.4.9	CHAVE DE AFERIÇÃO PARA TC'S E TP'S	30

2.4.10	PROTETOR DE SURTO TRIFÁSICO	31
2.4.11	BARRAMENTOS TRIFÁSICOS DE COBRE OU ALUMÍNIO	31
2.4.12	BORNES DE ENTRADA DE ENERGIA.....	32
2.4.13	DISJUNTOR DE CAIXA MOLDADA.....	33
2.4.14	QUADRO ELÉTRICO	34
2.4.15	MINI DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO	35
2.4.16	DISJUNTOR MOTOR	35
2.4.17	RELÉ FALTA DE FASE.....	36
2.4.18	RELÉ DE TEMPERATURA (PT100 OU TERMISTORES).....	36
2.4.19	CONTATOR AUXILIAR	37
2.4.20	RELÉ DE INTERFACE.....	38
2.4.21	BOTÃO DE PARTIDA E PARADA	38
2.4.22	CHAVE SELETORA.....	39
2.4.23	BOTOEIRA DE EMERGÊNCIA	40
2.4.24	SINALEIROS	41
2.4.25	TOMADA DE SERVIÇO 32 A	41
2.4.26	ILUMINAÇÃO INTERNA DO PAINEL	42
2.4.27	TERMOSTATO.....	43
2.4.28	PLACA DE MONTAGEM INTERNA DO PAINEL	43
2.4.29	TRILHO DIN	44
2.4.30	CANALETAS PLÁSTICAS COM TAMPA	45
2.4.31	PRENSA CABOS INDUSTRIAIS	45
2.4.32	BORNES DE CONEXÃO.....	46
2.4.33	BARRAMENTOS DE TERRA E NEUTRO.....	47
2.4.34	ATERRAMENTO INTERNO DE PAINÉIS E QUADROS	48
2.4.35	PROTETOR DE SURTO – CLASSE I/II.....	48
2.4.36	PROTETOR DE SURTO – CLASSE III	49
2.4.37	PROTETOR DE SURTO – DPST ATÉ 400A	50
2.4.38	PROTETOR DE SURTO – DPST ATÉ 1200A	51
2.4.39	RESISTÊNCIA DE AQUECIMENTO DO PAINEL	52
2.4.40	ETIQUETAS E IDENTIFICAÇÕES.....	53
2.4.41	PROCEDIMENTO DE INSPEÇÃO E TESTES DE QUADROS ELÉTRICOS E SEUS COMPONENTES.....	54

NO QUE FOR APLICÁVEL AS SEGUINTEES ESPECIFICAÇÕES DEVERÃO SER SEGUIDAS. HAVENDO DIVERGÊNCIAS DEVERÃO SER SEGUIDAS AS CARACTERÍSTICAS DEFINIDAS NO TERMO DE REFERÊNCIA SEGUIDO DO CADERNO DE ENCARGOS DA CAESB

1 EQUIPAMENTOS MECÂNICOS

1.1 SISTEMA DE BOMBEAMENTO

- Fluido a ser bombeado: esgoto bruto;
- Sucção: direto em linha;
- Tubos e flanges fabricados em AISI 304 ou superior;
- Flanges conforme NBR 7675 PN10;
- Voluta fabricada em AISI 304;
- Rotor fabricado em AISI 304;
- Medição de nível no barrilete de sucção para operação do sistema de bombeamento;
- Tampa de inspeção para limpeza;
- Saída de drenagem integrada ao corpo;
- Motor elétrico com alimentação 380V trifásico 60 Hz, com IP68, eficiência mínima IR3, fator de serviço 1,15 e classe de isolamento F;
- Rolamentos de esferas lubrificados à graxa;
- Itens mínimos a serem verificados na inspeção em fábrica:
 - Verificação dimensional, conforme proposta aprovada;
 - Levantamento das curvas de performance reais.

1.2 VÁLVULAS

1.2.1 VÁLVULA ESFERA (macho) EXCÊNTRICA (para esgoto)

- **Extremidades:** Conforme norma NBR 7675 PN10;
- **Corpo e tampa:** Ferro Fundido ASTM A126 Classe B ou Fe. Nodular – ASTM A 536.65.45.12;
- **Obturador:** Aço Inox ASTM A743 CA40 revestido em EPDM;
- **Tampa:** Possibilitando a retirada, para manutenção, de todas as peças internas, sem a necessidade de desmontar do corpo da válvula da tubulação;
- Buchas radiais em aço inoxidável permanentemente lubrificada
- **Sede:** Níquel 95% depositado por solda no corpo da válvula, ou sede encaixada no corpo, substituível construída em liga de aço inoxidável;
- Pintura líquida em Epóxi;
- **Acionamento:** Volante
- Sistema de vedação do eixo Superior feito através de gaxetas tipo V com possibilidade de ajustes sem a necessidade da retirada do acionamento; ou vedação com bucha porta O´ring, com 3 níveis de vedação; Pintura líquida em Epóxi;
- Itens mínimos a serem verificados na inspeção em fábrica:
 - Acompanhamento do teste de estanqueidade, com pressão igual a 110% a pressão nominal;
 - Verificação de certificado de teste hidrostático do corpo, com pressão igual a 150% a pressão nominal;
 - Teste de abertura e fechamento.

1.2.2 VÁLVULA DE RETENÇÃO DE PORTINHOLA SIMPLES

- **Diâmetro:** conforme escopo;
- **Classe de pressão:** conforme escopo;
- **Conexões:** flangeada, em conformidade com o projeto executado;
- **Corpo:** ferro dúctil ASTM A536 Gr. 65-45-12;
- **Construção:** AWWA C508;
- **Face a Face:** AWWA C508;
- **Pintura:** conforme AWWA C550;
- **Portinhola:** ferro dúctil ASTM A536 Gr. 65-45-12 revestida em EPDM;
- **Mola:** aço inoxidável;
- **Parafuso:** ASTM A320 Gr. B8 (AISI 304);
- **Sede:** Borracha Nitrílica (conhecido como BUNA-N, NBR ou Perbunan);
- Itens mínimos a serem verificados na inspeção em fábrica:
 - Acompanhamento do teste de estanqueidade, com pressão igual a 110% a pressão nominal;
 - Verificação de certificado de teste hidrostático do corpo, com pressão igual a 150% a pressão nominal.

2 EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E DE AUTOMAÇÃO

2.1 INSTRUMENTAÇÃO DE PROCESSO

2.1.1 MEDIDOR DE VAZÃO – CARRETEL

- **Princípio de Medição:**
 - Medição de vazão eletromagnética baseada na Lei de Faraday, ideal para líquidos condutivos em aplicações industriais e sanitárias;
 - Sem partes móveis e sem perda de carga, assegura medição estável e precisa.
- **Construção:**
 - Sensor com corpo em aço inoxidável ou aço carbono com revestimento em poliéster (ou epóxi opcional);
 - Eletrodos disponíveis em Hastelloy, titânio, tântalo, platina ou aço inox, conforme aplicação;
 - Revestimento interno: PTFE, PFA, ETFE ou borracha dura (Ebonite), de acordo com a compatibilidade Química do processo;
 - Grau de proteção: IP68;
 - Conexão ao processo: flanges padrão ANSI, DIN ou JIS.
- **Faixas e Unidades de Medição:**
 - Faixa de diâmetro: DN 15 a DN 2000;
 - Faixa de vazão: dependente do diâmetro (ex.: até 100.000 m³/h para DN2000);
 - Condutividade mínima do fluido: $\geq 5 \mu\text{S}/\text{cm}$;
 - Precisão: $\pm 0,2\%$ da vazão medida $\pm 1 \text{ mm/s}$;
 - Unidades configuráveis: m³/h, L/s, gal/min, entre outras.
- **Acessórios:**
 - Kit de aterramento e anéis de proteção;
 - Cabo de interligação para montagem remota com MAG6000;
 - Adaptadores de flange e juntas de vedação;
 - Certificados de materiais e calibração;
 - Manual técnico e instruções de instalação.
- **Características Técnicas do Transmissor:**
 - Display gráfico com visor LCD retroiluminado (mensagens em texto completo);
 - Teclado de navegação por botões físicos;

- Alimentação: 85 a 265 Vca / 24 Vcc;
- Saídas analógicas: 2 x 4-20 mA isoladas;
- Saídas digitais: até 3 saídas (pulso, frequência ou relé configuráveis);
- Interface de comunicação: Modbus RTU, Profibus DP, HART;
- Totalizador bidirecional: volume direto e reverso;
- Funções de diagnóstico avançado com registro de eventos e falhas;
- Memória EEPROM com retenção de dados em caso de falha de energia;
- Grau de proteção: IP67 (padrão), IP68 disponível;
- Montagem: remota ou compacta (diretamente sobre o sensor);
- Certificações: CE, UL, CSA, ATEX (conforme versão);
- Garantia mínima de 12 meses.

2.1.2 MULTIMEDIDOR DE ENERGIA

- Princípio de Medição:
 - Medição digital de grandezas elétricas em sistemas trifásicos, bifásicos ou monofásicos, com alta precisão;
 - Monitoramento contínuo da qualidade da energia elétrica em tempo real;
 - Análise de energia em aplicações industriais, comerciais e de infraestrutura.
- Construção:
 - Montagem em painéis (encaixe frontal padrão 96 x 96 mm);
 - Corpo em termoplástico autoextinguível, resistente a impactos;
 - Display gráfico retroiluminado com navegação por botões frontais;
 - Grau de proteção frontal IP54, traseiro IP20;
 - Certificações: IEC/EN 61010-1, UL, CE, RoHS.
- Faixas e Unidades de Medição:
 - Tensão: até 690 V fase-fase;
 - Corrente: até 10 A (medição direta), ou com uso de TCs;
 - Frequência: 45 a 65 Hz;
 - Potência ativa (kW), reativa (kvar) e aparente (kVA);
 - Energia ativa (kWh) e reativa (kvarh), importada e exportada;
 - Fator de potência (PF), ângulo de fase;
 - Corrente e tensão por fase (R, S, T) e média;
 - Corrente e tensão de neutro;
 - Potência por fase e total (ativa, reativa e aparente);
 - Desequilíbrio de corrente e tensão entre fases;
 - Distorção Harmônica Total (THD) para corrente e tensão;
 - Demanda de corrente, potência ativa, reativa e aparente;
 - Pico de demanda e valores médios;
 - Temperatura interna do equipamento.
- Acessórios:
 - Transformadores de corrente (TCs);
 - Adaptadores de fixação em trilho DIN (opcional);
 - Software de configuração e leitura via PC;
 - Interface USB ou cabo serial para comunicação local;
 - Manual técnico, instruções de operação e instalação;
 - Garantia mínima de 12 meses.
- Características Técnicas do Equipamento:
 - Entradas universais de tensão e corrente (configuráveis em campo);
 - Alimentação auxiliar: 24 Vcc, 48–230 Vca/cc (automático);
 - 4 entradas digitais / 2 saídas digitais configuráveis;

- Porta de comunicação RS-485 (Modbus RTU);
- Porta Ethernet (Modbus TCP, SNMP, BACnet/IP);
- Servidor web embarcado com acesso a dados via navegador;
- Memória interna para registro de eventos e valores médios;
- Montagem frontal com profundidade reduzida (máx. 85 mm);
- Temperatura de operação: -10 a 60 °C;
- Umidade relativa: 5 a 95% (sem condensação);
- Precisão da medição de energia ativa: Classe 0.5S (IEC 62053-22).

2.1.3 TRANSMISSOR DE PRESSÃO – MEDIDOR DE NÍVEL

- Finalidade
 - Fazer a medição do nível por pressão na sucção
 - Medir e transmitir com alta precisão a pressão de líquidos e gases em ambientes industriais, convertendo o valor em um sinal elétrico padronizado para controle e monitoramento.
 - Ideal para sistemas de automação, painéis de controle e processos que exigem medição precisa de pressão em espaços reduzidos.
- Normas e Compatibilidade
 - Sinal de Saída: 4-20 mA (analógico, 2 fios), compatível com a maioria dos sistemas de controle (PLCs, controladores, displays).
 - Conformidade: Atende aos padrões industriais para medição e controle de processos, com alta estabilidade e repetibilidade.
- Características Técnicas
- Desempenho
 - Faixa de Pressão: Variável, especificada no momento do pedido (ex: 0-10 bar, 0-100 psi).
 - Precisão: Alta precisão, com erro total de medição inferior a 0.5% do fundo de escala.
 - Estabilidade a Longo Prazo: Variação máxima de 0.25% do fundo de escala por ano.
 - Repetibilidade: $\pm 0.1\%$ do fundo de escala.
 - Tempo de Resposta: Rápido, com tempo de resposta inferior a 5 ms.
 - Conexões e Construção
 - Conexão ao Processo: Rosca padrão G1/4" ou 1/4" NPT (macho), em aço inoxidável 316 ou Teflon
 - Conexão Elétrica: Conector M12 de 4 pinos (padrão industrial), garantindo uma conexão robusta e à prova de intempéries.
 - Material da Carcaça: Aço inoxidável 304 ou teflon, resistente à corrosão e choques mecânicos.
 - Material do Sensor: Aço inoxidável 316L, compatível com a maioria dos fluidos industriais.
- Alimentação e Instalação
 - Tensão de Alimentação: 10 a 30 Vcc.
 - Instalação: Montagem direta no ponto de medição (rosca), sem necessidade de suportes adicionais.
 - Conectividade Elétrica: Ligação em 2 fios (lógica de corrente 4-20 mA).
- Construção e Proteção
 - Grau de Proteção: IP67, garantindo total proteção contra poeira e imersão temporária em água.
 - Temperatura de Operação: Ampla faixa de -20 a +85 °C.
 - Temperatura do Fluido: Suporta temperaturas de -20 a +125 °C.
 - Proteção contra Sobrecarga: Resistente a picos de pressão de até 150% do fundo de escala.
 - Proteção Elétrica: Proteção contra polaridade reversa, curto-circuito e surtos.
 - Vibração e Choque: Resistente a vibrações de 20 g e choques de 500 g.
- Aplicações Típicas
 - Sistemas hidráulicos aplicados no tratamento de água e esgoto.
 - Monitoramento de bombas e caldeiras.
 - Controle de processos em indústrias alimentícias, farmacêuticas e químicas.

- Documentação e Garantia
 - Garantia Mínima: 12 meses.
- Fornecido com:
 - Manual de instalação e operação.
 - Certificado de calibração.
 - Certificações que atestem sua conformidade com padrões de segurança e desempenho.

2.2 COMUNICAÇÃO

2.2.1 SWITCH INDUSTRIAL GERENCIÁVEL – 8 PORTAS

- Finalidade:
 - Interligar dispositivos de campo, como CLPs, rádios industriais, IHMs, sensores inteligentes e conversores de mídia em redes Ethernet industriais locais;
 - Utilizado em painéis de automação compactos, racks de comunicação, estruturas externas ou em aplicações com número reduzido de interfaces de rede;
 - Aplicável em sistemas SCADA, unidades remotas de controle, estações elevatórias, ETEs, ETAs e armários técnicos distribuídos;
 - Ideal para ambientes com limitação de espaço e necessidade de alta confiabilidade em comunicação de dados.
- Características principais:
 - Possuir 6 portas RJ45 10/100BaseT(X), 2 portas combo (10/100/1000BaseT(X)) ou SFP (100/1000BaseSFP para transceiver de fibra óptica Gbic) além de porta console RS-232 com conector RJ45;
- Requisitos de segurança:
 - Imunidade a interferência contra descarga de eletricidade estática ± 4 kV descarga de contato acc. para IEC 61000-4-2; ± 8 kV descarga de ar acc. para IEC 61000-4-2;
 - Grau de Proteção IP (na frente) IP30 IP (traseira) IP20 Proteção contra poeira com a porta frontal fechada: G2 EN 779, 99% das partículas $> 0,5$ mm são filtradas.
- Padrões de EMC:
 - EN 55032, EN 55024, FCC Part 15 Subpart B Class A, IEC 61000-4-2 ESD: Contact: 4kV; Air: 8 kV, IEC 61000-4-3 RS: 80 MHz bis 1 GHz: 3 V/m, IEC 61000-4-4 EFT: Power: 0.5 kV; Signal: 0.5 kV, IEC 61000-4-5 Surge: Power: 0,5 kV; Signal: 1 kV, IEC 61000-4-6 CS: 3 Vrms;
 - Capacidade de operar com temperatura entre ambiente entre -40°C a $+70^{\circ}\text{C}$ e humidade entre 5 e 95%;
 - Possuir gerenciamento remoto via Webbrowser (HTTP/HTTPS), SNMP v1/v2c/v3, Telnet, Interface de linha de comando (CLI), porta console serial (RS-232 via RJ-45) e SSH, além de suportar Upload de arquivo de configuração via web-interface ou servidor TFTP;
 - Capacidade de segmentar VLANs, habilitar e desabilitar portas, TACACS+ e autenticação de usuário IEEE 802.1X, controle de acesso baseado em porta via IEEE802.1X, lista de controle de acesso baseado em IP, (web-interfac, telnet, SSH) e proteção contra loop;
 - Suportar os protocolos industriais Modbus/TCP, PROFINET e EthernetIP;
 - Alimentação via terminal bloco removível com tensão de 12/24 ou 48VDC;
 - Atender as seguintes normas: IEEE 802.3 for 10BASE-T, IEEE 802.3u for 100BASE-TX and 100BASE-FX, IEEE 802.3ab for 1000BASE-T, IEEE 802.3z for 1000BASE-X, IEEE 802.3x for flow control, IEEE 802.3ad for port trunk with LACP, IEEE 802.1D for the Spanning Tree protocol, IEEE 802.1w for Rapid STP, IEEE 802.1s for the Multiple Spanning Tree protocol (MSTP), IEEE 802.1p for Class of Service, IEEE 802.1Q for VLAN tagging, IEEE 802.1X for authentication, IEEE 802.1AB for Link Layer Discovery protocol (LLDP);
 - Mínima Largura de banda agregada: 5.6Gbps, 4095 VLANs, Buffer de pacote de 1Mbit;
 - Tabela MAC de 8K;

- Montagem em trilho DIN;
- Deve possuir dissipação térmica passiva, sem auxílio de ventoinhas ou partes mecânicas moveis;
- Garantia de 5 anos junto ao fabricante MTBF mínimo de 365000 horas.

2.2.2 NOBREAK INDUSTRIAL

- Finalidade:
- Garantir alimentação ininterrupta e estabilizada para equipamentos críticos de automação como controladores lógicos programáveis (CLPs), IHMs, switches industriais, rádios e instrumentos em estações elevatórias, estações de tratamento de esgoto e painéis de automação;
- Aplicável a sistemas que não podem ser interrompidos mesmo em falhas de rede elétrica, com exigência de autonomia mínima de 1 hora;
- Topologia e Tecnologia:
 - Tipo: Nobreak online de dupla conversão (VFI – Voltage and Frequency Independent);
 - Geração de onda de saída: senoidal pura;
 - Sem tempo de transferência (zero ms) em casos de falha na rede;
 - Correção ativa do fator de potência (PFC) na entrada.
- Potência Nominal:
 - Potência mínima requerida: 3.000 VA (3 kVA) / 2.700 W;
 - Fator de potência de saída: $\geq 0,9$ (preferencialmente 1.0);
- Tensão e Conexão:
 - Tensão de entrada: 220 Vca monofásica ou bivolt automático;
 - Tensão de saída: 220 Vca monofásica estabilizada;
 - Variação aceitável da tensão de entrada: 160–275 Vca;
 - Conexão por borne de entrada/saída (modelo industrial).
- Autonomia e Bateria:
 - Autonomia mínima: 1 hora a plena carga (3 kVA);
 - Tecnologia: chumbo-ácido selada (VRLA), livre de manutenção;
 - Banco de baterias interno ou externo acoplado;
 - Tempo de recarga: ≤ 10 horas para 90% da carga;
 - Vida útil típica da bateria: ≥ 3 anos em uso contínuo;
 - Substituição facilitada, com acesso frontal.
- Proteções Incorporadas:
 - Contra subtensão e sobretensão de entrada;
 - Contra curto-circuito e sobrecarga na saída;
 - Proteção contra inversão de polaridade na bateria;
 - Desligamento automático por descarga profunda;
 - Alarmes visuais e sonoros configuráveis.
- Sinalização e Monitoramento:
 - Display LCD com indicação de:
 - Tensão de entrada e saída
 - Frequência
 - Nível de carga e bateria
 - Status de operação (rede, bateria, bypass, falha)
 - Comunicação com software de gerenciamento via:
 - Porta USB e RS-232
 - Porta de contatos secos (relé) para integração com CLP ou SCADA
 - Comunicação SNMP via rede (modelo com interface de rede)
- Instalação e Construção:
 - Montagem: exclusivamente em base (tipo torre);
 - Gabinete metálico com pintura eletrostática anticorrosiva;

- Grau de proteção: mínimo IP20;
 - Ventilação forçada com controle térmico automático;
 - Deve acompanhar todos os cabos e acessórios de instalação.
- Condições de Operação:
 - Temperatura ambiente: 0 a 40 °C;
 - Umidade relativa: até 90%, sem condensação;
 - Nível de ruído: ≤ 50 dB a 1 metro;
 - Conformidade com normas IEC 62040 e IEC 61000-4 para ambientes industriais.
- Documentação e Garantia:
 - Garantia mínima: 12 meses;
 - Manual técnico completo com instruções de instalação, operação e manutenção;
 - Certificações nacionais e internacionais de segurança e compatibilidade eletromagnética.

2.2.3 PoE INDUSTRIAL

- Finalidade:
 - Fornecer alimentação elétrica e dados simultaneamente a dispositivos de comunicação Ethernet remotos por meio de um único cabo de rede (UTP/STP), utilizando tecnologia PoE (Power over Ethernet);
 - Ideal para alimentação de rádios industriais de alta velocidade, câmeras IP, switches remotos e demais equipamentos em campo com proteção IP67, em locais de difícil acesso ou onde não há alimentação local disponível.
- Normas e Compatibilidade:
 - Compatível com as normas IEEE 802.3af / 802.3at (PoE/PoE+), comutação automática conforme o dispositivo conectado;
 - Atende aos padrões de transmissão de dados Ethernet 10/100/1000 Mbps (Gigabit Ethernet);
 - Compatível com rádios industriais de comunicação com consumo de até 30 W.
- Características Técnicas:
 - Tensão e Potência:
 - Tensão de saída PoE: 48 Vcc nominal
 - Potência de saída: mínimo 30 W (PoE+)
 - Corrente de saída: ≥ 0,6 A
 - Detecção automática do dispositivo conectado (PD)
 - Proteção contra sobrecorrente, sobretensão, curto-circuito e descarga eletrostática
 - Interfaces e Dados:
 - 1 porta LAN: Ethernet 10/100/1000 Mbps (RJ-45) – entrada de dados
 - 1 porta PoE OUT: Ethernet 10/100/1000 Mbps (RJ-45) com alimentação PoE
 - Comunicação full duplex com detecção automática de velocidade
 - Capacidade de fornecer até 100 metros de extensão PoE em cabo CAT5e ou superior
- Alimentação e Instalação:
 - Alimentação externa: 100–240 Vca, 50/60 Hz;
 - Cabo de alimentação com conector padrão tripolar (incluso);
 - Instalação em ambiente interno ou gabinete técnico protegido;
 - Fixação: sobre trilho DIN (opcional) ou sobre superfície com parafusos;
 - LED indicador de status de alimentação e atividade de rede.
- Construção e Proteção:
 - Carcaça em plástico ABS industrial ou alumínio anodizado com isolamento reforçado;
 - Grau de proteção: mínimo IP40, para uso interno ou dentro de painéis técnicos;
 - Proteção contra surtos elétricos na linha de dados e alimentação;
 - Temperatura de operação: -10 a +60 °C;
 - Umidade relativa: até 90%, sem condensação.

- Aplicações Típicas:
 - Rádios industriais para comunicação ponto a ponto ou multiponto;
 - Antenas externas com alimentação remota;
 - Câmeras IP industriais e equipamentos de redes remotas;
 - Dispositivos Ethernet instalados em campo onde não há alimentação local disponível.
- Documentação e Garantia:
 - Garantia mínima: 12 meses;
 - Fornecido com:
 - Manual técnico completo em português;
 - Cabo de alimentação;
 - Esquema de ligação elétrica.
- Deve possuir certificações de conformidade elétrica e compatibilidade eletromagnética (CE, FCC, RoHS).

2.2.4 CONECTOR RJ45 CAT6

- Finalidade:
 - Conector para terminação de cabos de rede Ethernet categoria 6 (Cat6) ou superior, utilizado em instalações de automação, comunicação de dados industriais e redes de controle em campo;
 - Adequado para ambientes externos ou agressivos, com proteção mecânica e vedação contra poeira, água e vibração.
- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - ANSI/TIA-568-C.2 – Cabos e conectores de par trançado balanceado;
 - ISO/IEC 11801 – Cabeamento estruturado para redes genéricas;
 - IEC 60603-7 – Interfaces de conectores RJ45;
 - IEC 60529 – Grau de proteção IP;
 - NEMA 250 – Padrão de invólucros industriais (quando aplicável).
- Características Técnicas:
 - Tipo: Conector modular RJ45, blindado, para terminação em campo;
 - Categoria: Cat6 ou superior (compatível com Gigabit Ethernet – 10/100/1000 Mbps);
 - Frequência de operação: até 250 MHz;
 - Padrão de pinagem: T568A ou T568B (ambos suportados);
 - Compatível com cabos de par trançado sólido ou flexível, com diâmetro de condutor entre 22 e 26 AWG;
 - Carcaça externa metálica ou termoplástica de alto desempenho com blindagem eletromagnética (EMI/RFI);
 - Conector com vedação em elastômero (borracha ou silicone) e rosca para travamento com corpo de acoplamento;
 - Grau de proteção: IP67 (montado e conectado);
 - Sistema de conexão por IDC (conexão por deslocamento de isolamento) ou a parafuso, sem necessidade de ferramentas especiais (conforme modelo).
- Ambiente de Instalação:
 - Aplicação em áreas externas, painéis de campo, estruturas metálicas, ambientes com poeira ou umidade;
 - Temperatura de operação: -20 a +70 °C;
 - Resistência a vibração e torção mecânica em aplicações industriais.
- Instalação e Montagem:
 - Montagem direta em cabos UTP ou FTP Cat6;
 - Compatível com cabos com diâmetro externo de 5 a 9 mm;
 - Permite montagem em campo com uso de ferramentas manuais básicas;
 - Tempo estimado de montagem: 5 a 10 minutos por conector;
 - Conexão com vedação ao painel (opcional com bucha passante ou flange de fixação).

- Aplicações Típicas:
 - Comunicação entre CLPs e IHMs em campo;
 - Ligação de rádios industriais (5 GHz, 900 MHz, LTE) em ambiente externo;
 - Conexão entre switches industriais e sensores inteligentes;
 - Interligação de painéis remotos, armários técnicos ou racks externos.
- Documentação e Garantia:
 - Garantia mínima: 12 meses;
 - Fornecido com:
 - Manual de montagem em campo;
 - Instruções de pinagem e vedação;
 - Certificados de desempenho (teste de continuidade e impedância).

2.2.5 CONECTOR DE REDE ETHERNET INDUSTRIAL

- Finalidade:
 - Cabo de rede Ethernet destinado à comunicação de dados em ambientes industriais severos, com alta resistência mecânica, proteção contra interferência eletromagnética (EMI/RFI), umidade e agentes químicos;
 - Aplicável à interligação de painéis de automação, rádios industriais, switches Ethernet, controladores remotos, sensores inteligentes e sistemas SCADA.
- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - ANSI/TIA-568-C.2 – Desempenho para cabeamento de par trançado;
 - ISO/IEC 11801 – Cabeamento estruturado de telecomunicações;
 - EN 50288 – Cabos industriais de comunicação;
 - IEC 61156 – Cabos de comunicação para aplicações industriais;
 - IEC 60332-1 – Não propagação de chama (quando especificado).
- Características Construtivas:
 - Tipo: Cabo Ethernet de par trançado blindado (STP ou FTP), 4 pares;
 - Categoria: Cat6 ou superior;
 - Velocidade suportada: até 1 Gbps (Cat6) ou até 10 Gbps (Cat6a, Cat7);
 - Frequência de operação: até 250 MHz (Cat6) ou superior;
 - Impedância característica: $100 \Omega \pm 15\%$;
 - Atenuação típica: $\leq 22 \text{ dB}/100 \text{ m} @ 100 \text{ MHz}$;
 - Condutores de cobre sólido, diâmetro de 22 a 24 AWG;
 - Blindagem individual por par (S/FTP) ou geral (FTP ou F/UTP);
 - Malha trançada em alumínio ou fita metálica com dreno;
 - Redução efetiva de ruído EMI/RFI para ambientes com motores, inversores e soft starters;
 - Isolamento e capa externa em PVC industrial, LSZH (Low Smoke Zero Halogen) ou PE de alta densidade (HDPE), conforme aplicação;
 - Resistente à abrasão, óleo, graxa, intempéries e radiação UV;
 - Cor externa: cinza, azul ou preta (para aplicação externa direta);
 - Diâmetro externo típico: 6,0 a 8,5 mm;
 - Raio mínimo de curvatura: $\geq 4x$ o diâmetro externo;
 - Resistência à tração: $\geq 100 \text{ N}$.
- Condições Ambientais e Instalação:
 - Temperatura de operação: -30°C a $+75^\circ\text{C}$ (contínuo);
 - Resistência à umidade, poeira, vapores químicos e óleo mineral;
 - Grau de proteção ao fogo: não propagante de chamas (quando especificado);
 - Pode ser instalado em eletrocalhas metálicas, dutos técnicos ou diretamente enterrado com proteção mecânica adicional.
- Aplicações Típicas:

- Redes de automação industrial Ethernet/IP, Modbus/TCP e Profinet;
- Comunicação entre CLPs, IHMs, rádios e switches industriais;
- Cabeamento em painéis externos e ambientes com elevada interferência eletromagnética;
- Interligação de sistemas em campo com exigência de comunicação robusta e confiável.
- Documentação e Garantia:
 - Garantia mínima: 12 meses;
 - Fornecido com:
 - Certificado de conformidade elétrica e de transmissão;
 - Tabela de pinagem padrão T568A e T568B;
 - Manual com instruções de instalação e raio de curvatura recomendados.
 - Manual de montagem e manutenção preventiva;
 - Certificado de galvanização e rastreabilidade dos materiais.

2.2.6 DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTO EM COMUNICAÇÃO INDUSTRIAL

- Finalidade:
 - Proteger equipamentos de comunicação e automação contra surtos elétricos induzidos por descargas atmosféricas, chaveamentos de carga, campos eletromagnéticos e acoplamentos por linhas metálicas ou antenas externas;
 - Aplicável à proteção de rádios industriais, switches, CLPs remotos, interfaces ópticas, transceptores, câmeras e painéis de rede localizados em campo, torres ou estruturas externas.
- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão;
 - IEC 61643-21 – DPS para sistemas de sinal e comunicação;
 - IEC 61643-11 – DPS para sistemas de energia;
 - NBR IEC 61000-4-5 – Imunidade a surtos elétricos;
 - NR-10 – Segurança em instalações elétricas.
- Características Técnicas:
 - Tipo: Dispositivo de proteção contra surtos para linha de dados e sinal;
 - Aplicações compatíveis:
 - Interfaces Ethernet (RJ45 – 10/100/1000 Mbps);
 - Linhas de antena coaxial (N ou SMA – 50 Ω);
 - Linhas seriais RS-232, RS-485, ou I/O industrial.
 - Instalação: em série com o cabo de dados ou coaxial, com aterramento direto ao sistema de terra do painel ou torre;
 - Tensão nominal de operação: 5 Vcc a 48 Vcc (conforme tipo de interface);
 - Corrente máxima de pulso: ≥ 5 kA (8/20 μ s);
 - Nível de proteção (Up): ≤ 60 V para interfaces Ethernet;
 - Tempo de resposta: < 1 ns para dispositivos de alta frequência;
 - Capacitância interna: ≤ 20 pF (compatível com aplicações em alta velocidade);
 - Corpo metálico ou termoplástico industrial com proteção eletrostática;
 - Conectores blindados compatíveis com o tipo de cabo (RJ45 fêmea-fêmea, tipo N ou tipo borne);
 - Terminal de aterramento dedicado com parafuso ou trilho DIN metálico;
 - Grau de proteção mínimo: IP20 (interno) ou IP67 (externo, uso em torres e painéis de campo).
- Instalação e Requisitos:
 - Instalação o mais próximo possível do equipamento a ser protegido;
 - Interligação obrigatória ao sistema de aterramento do painel ou torre de comunicação;
 - Distância máxima entre DPS e dispositivo: ≤ 1 metro;
 - Recomendado o uso em conjunto com malha de terra equipotencial e DPS na alimentação.
- Aplicações Típicas:
 - Painéis de automação industrial com comunicação Ethernet externa;

- Rádios industriais instalados em torres (5 GHz, 900 MHz, LTE);
- Sistemas SCADA e RTUs conectados a antenas externas;
- Linhas de sinal em armários técnicos distribuídos ou estruturas metálicas expostas.
- Documentação e Garantia:
 - Garantia mínima: 12 meses;
 - Fornecido com:
 - Manual técnico com esquemas de ligação;
 - Certificados de desempenho conforme normas IEC;
 - Indicação visual de status (opcional) ou etiqueta de identificação e inspeção.

2.2.7 GATEWAY CELULAR INDUSTRIAL ROBUSTO

- Finalidade
 - Oferecer conectividade celular 4G e 3G confiável e de alta velocidade para aplicações industriais e de IoT.
 - Facilitar a comunicação remota de equipamentos e sistemas, como PLCs, medidores de energia e câmeras de segurança, em locais onde a infraestrutura de rede cabeada não é viável ou está ausente.
- Normas e Compatibilidade
 - Compatível com as principais bandas de frequência 4G LTE e 3G WCDMA, garantindo ampla cobertura.
 - Suporta protocolos de comunicação TCP/IP, UDP, MQTT, SNMP, e VPNs (IPsec, OpenVPN, L2TP), assegurando integração com diversos sistemas de automação.
- Características Técnicas
 - Comunicação Celular
 - Tecnologia: 4G LTE Cat 4 (150 Mbps de download, 50 Mbps de upload) e 3G HSPA+ (42 Mbps de download, 5.76 Mbps de upload).
 - SIM: Suporte para dois cartões SIM (Dual SIM), com failover automático para redundância de rede.
 - Antenas: Duas entradas SMA-F para antenas celulares externas, permitindo melhor recepção de sinal em ambientes desafiadores.
- Interfaces e Dados
 - Portas Ethernet: Duas portas LAN/WAN 10/100 Mbps (RJ-45), configuráveis para uso como LAN (switch) ou uma porta como WAN (backhaul).
 - Portas Seriais: 1 porta RS-232 e 1 porta RS-485, para conexão com equipamentos legados e industriais.
 - Porta I/O: Duas entradas digitais (DI) e duas saídas digitais (DO) para monitoramento e controle de dispositivos externos.
- Funcionalidades de Software
 - Gestão: Suporte para gerenciamento remoto via plataforma de nuvem ou software de configuração local (web GUI).
 - Segurança: Firewall integrado, NAT, e suporte a diversos túneis de VPN para comunicação segura.
 - Recursos: Servidor DHCP, cliente DNS dinâmico, SMS para controle de comandos e status.
- Alimentação e Instalação
 - Alimentação: Ampla faixa de tensão de entrada de 9 a 60 Vcc, ideal para uso em painéis industriais e veículos.
 - Conexão: Bloco de terminais removível para uma instalação elétrica segura e robusta.
 - Instalação: Fixação em trilho DIN ou sobre superfície com parafusos, facilitando a integração em painéis.
 - Indicadores: LEDs de status para alimentação, força de sinal celular, e atividade de rede.
- Construção e Proteção
 - Carcaça: Robusta carcaça de metal, projetada para resistir a ambientes industriais.

- Grau de Proteção: Mínimo IP30, adequado para uso em gabinetes técnicos.
 - Proteção Elétrica: Proteção contra sobretensão, sobrecorrente e polaridade reversa.
 - Temperatura de Operação: Ampla faixa de -25 a +70 °C, garantindo operação em condições extremas.
 - Umidade Relativa: Até 95%, sem condensação.
- Aplicações Típicas
 - Monitoramento remoto de estações de energia, subestações e equipamentos de telecomunicações.
 - Automação de equipamentos em campo, como bombas, válvulas e painéis de controle.
 - Conectividade para câmeras de vigilância, ATMs e quiosques remotos.
 - Telemetria e controle de frotas e ativos móveis.
- Documentação e Garantia
 - Garantia Mínima: 12 meses.
- Fornecido com:
 - Manual técnico completo.
 - Antenas celulares padrão.
 - Conector de bloco de terminais.
 - Certificações de conformidade elétrica e eletromagnética (CE, FCC, RoHS).

2.2.8 RÁDIO DE COMUNICAÇÃO INDUSTRIAL

- Finalidade
 - Equipamento de comunicação sem fio para transmissão de dados em alta velocidade (1 Gbps) sobre a faixa de 5 GHz.
 - Utilizado em ambientes industriais, estações elevatórias, unidades de tratamento e sistemas de automação que exigem alta capacidade de transferência de dados com confiabilidade e segurança.
 - Adequado para comunicação ponto a ponto (PtP) ou ponto a multiponto (PtMP) em redes industriais e de controle.
- Especificações Técnicas
 - Faixa de frequência: 5 GHz (sem licença).
 - Largura de banda: até 1 Gbps em condições ideais.
 - Modulação: OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing).
 - Alcance típico: até 20 km (com linha de visão clara, variando conforme potência do rádio e as condições ambientais).
 - Potência de transmissão ajustável: até 27 dBm (0,5 W).
 - Sensibilidade do receptor: -90 dBm (mínimo) para qualidade ideal.
 - Protocolos suportados: TCP/IP, UDP, HTTP, DHCP, SNMP, PPPoE.
 - Rede segura com criptografia WPA2, AES e autenticação de rede.
- Conectividade e Interfaces
 - 1 porta Ethernet 10/100/1000 Mbps para comunicação com dispositivos de rede.
 - Conector RJ45 com PoE (Power over Ethernet) para alimentação elétrica e dados por um único cabo.
 - Suporte a MIMO (Multiple Input Multiple Output) para aumento de desempenho e cobertura.
 - Suporte a modos de operação: Ponto a ponto (PtP) ou Ponto a multiponto (PtMP).
 - Construção e Proteção
 - Caixa de proteção: IP-67, resistente a poeira, água e ambientes agressivos.
 - Material: Alumínio fundido, com pintura anticorrosiva, adequado para ambientes industriais internos e externos.
 - Temperatura de operação: -40 a +60 °C.
 - Proteção contra raios e sobretensão com dispositivos de proteção contra surtos (SPD).
 - Antena externa integrada ou com possibilidade de conexão de antena direcional externa (opcional).
- Gerenciamento e Monitoramento

- Interface web para configuração, monitoramento e diagnóstico remoto de link e tráfego.
- Ferramentas SNMP para monitoramento em tempo real e integração com sistemas SCADA ou sistemas de gestão de rede.
- Visualização de sinal de rádio, largura de banda utilizada e desempenho da rede.
- Suporte a atualizações de firmware via HTTP ou FTP.
- Instalação e Montagem
 - Montagem: Suporte de fixação para instalação em mastros ou estruturas metálicas (opcional).
 - Conexão simples via Power over Ethernet (PoE) para maior facilidade de instalação e redução de cabeamento.
 - Configuração inicial simples via aplicativo web integrado ou software de gerenciamento de rede.
 - Garantia e Documentação
 - Garantia mínima de 12 meses.
 - Manual técnico completo com instruções de instalação, operação e manutenção, fornecido em idioma nacional.
 - Certificados de conformidade com normas internacionais (CE, RoHS, etc.).
 - Certificação ambiental: IP-67, conforme normas IEC para resistência à água e poeira.

2.3 AUTOMAÇÃO

2.3.1 INVERSOR DE FREQUÊNCIA

Os inversores de frequência para instalação stand-alone deverão possuir as seguintes características técnicas mínimas:

- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - NBR IEC 61800-5-1 – Requisitos de segurança elétrica para inversores de frequência;
 - NBR IEC 61800-3 – Compatibilidade eletromagnética de inversores de frequência;
 - NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão;
 - NBR IEC 60204-1 – Segurança de máquinas – Equipamentos elétricos de máquinas;
 - NR-10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade;
 - Normas internas da companhia para integração de dispositivos de automação e partida de motores.
- Tensão de saída: 380-480VCA trifásica;
- Fusível e chave seccionadora com acionamento externo;
- Distorção harmônica: inferior a 5%;
- Filtro RFI integrado, filtro LC para redução de harmônicas e ruído incluído, conforme IEC 61800-3;
- Fator de Potência > 0,95%;
- Na ocorrência de falta de energia o inversor deverá acusar apenas subtensão e após a normalização da tensão de alimentação o inversor deverá poder ser ligado imediatamente sem ser necessário ser rearmado;
- Todos os alarmes do inversor devem poder ser rearmados a distância pela rede de comunicação;
- Eficiência: superior a 90%;
- Faixa de tensão de comando 220VCA;
- Faixa de frequência: 0 até 400Hz;
- Capacidade de sobrecarga:
 - 110% por 60s a cada 10 minutos;
 - 150% por 3s a cada minuto;
 - Frequência de chaveamento;
 - Padrão 4kHz;
 - Seleccionável: 2kHz,4kHz,8kHz,10 kHz,12 kHz,14 kHz,16 kHz;
 - Tempo de aceleração e desaceleração :0 a 650s.
- Proteções do inversor:
 - Na fonte de entrada (ajustável);

- Subtensão;
 - Sobretensão;
 - Falta de terra;
 - Sobrecarga.
- No Nível do Sistema:
 - Subtensão da fonte de alimentação no modulo Gate;
 - Sobre/Subtensão e sinais da alimentação de entrada;
 - Proteção contra sobre temperatura.
- Lado da Carga da Saída do Motor:
 - Proteção contra curto-circuito (sobrecorrente instantânea);
 - Sobrecarga (sobrecorrente com atraso);
 - Sobretensão (ajustável);
 - Sobre velocidade do motor (ajustável).
- Proteção do Motor:
 - Proteção contra sobrecarga eletrônica do motor;
 - Proteção contra o travamento do motor configurável;
 - Entradas analógicas de 4-20mA para monitoração de vibração, no total de 04 medidores;
 - Proteção contra sobreaquecimento nos enrolamentos e mancais do motor e, através da leitura de sensores, tipo PT-100.
- Interface de operador:
 - Interface de operação e programação (IHM) em LCD, na porta do painel com disponibilização das informações do inversor;
 - Controle local por botoeira;
- Especificação de saída:
 - 3 módulos de interface de comunicação plugáveis:
 - Ethernet;
 - Profinet;
 - ProfibusDP.
- Características gerais:
 - Suportar variação de temperatura de 0 a 50°C;
 - O inversor deverá ser refrigerado a ar;
 - O inversor deverá possuir ventilador e exaustor afim de garantir a temperatura de funcionamento.
 - A entrada e saída de cabos, tanto de força quanto de comando, deverão ocorrer pela face inferior do gabinete dos inversores;
- Documentação e Garantia:
 - O fornecedor deverá apresentar manual técnico, esquemas de ligação, diagramas funcionais, curva de torque, instruções de instalação e operação, além de certificados de conformidade com normas aplicáveis;
 - Deverá fornecer software de parametrização e relatório de ensaio de fábrica. A garantia mínima exigida será de 2 anos contra defeitos de fabricação;
 - Durante o comissionamento, será exigida a verificação da instalação elétrica, parametrização dos limites de corrente, tensão e frequência, teste de partida e parada, comunicação com CLP ou supervisor, e registro de operação segura em vazio e com carga.

2.3.1.1 INVERSOR DE FREQUÊNCIA INTERNO AO PAINEL – Especificação complementar

Além das características acima para o caso de inversores instalados em painel temos as seguintes especificidades no que aplicável:

- Características Técnicas:
 - Deverá operar com modulação PWM, possuir controle vetorial escalar (V/f) e vetorial com ou sem realimentação, além de oferecer modos de operação local e remoto;

- Não precisa possuir proteção interna por fusível direto no inversor
 - O grau de proteção mínimo deverá ser IP20 para montagem interna ao painel, com ventilação forçada e sensores térmicos de proteção contra sobre temperatura;
 - A interface de operação deverá incluir teclado destacável, display alfanumérico e capacidade de parametrização local;
 - Deverá possuir um módulo de comunicação padrão Ethernet para comunicação com o CLP
 - O inversor deverá contar com pelo menos 5 entradas digitais, 2 saídas digitais, 2 entradas analógicas (0-10V e 4-20mA), 1 saída analógica e 1 entrada para PTC térmico de motor.
- **Construção e Montagem:**
 - O inversor deverá ser montado em painel metálico com ventilação adequada, em posição vertical e livre de obstruções. A instalação deverá respeitar as distâncias mínimas de segurança recomendadas pelo fabricante para dissipação de calor;
 - A fiação deverá ser realizada com cabos blindados para as ligações de potência e sinal, com separação física entre as trilhas de potência e controle;
 - Os terminais de conexão deverão permitir cabos com seção adequada à corrente nominal do motor, e a fixação deverá ser feita com parafusos em trilho metálico ou diretamente em chapa de montagem;
 - Deverá haver aterramento adequado, tanto do chassi quanto da blindagem dos cabos, garantindo segurança elétrica e redução de interferências.
 - Em caso de sistemas de bombeamento o inversor deverá ter capacidade suficiente para suportar exigências extras do motor de até 10% da potência nominal

2.3.2 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL

Princípio de Funcionamento

- Controlador lógico programável (CLP) modular, utilizado para controle e automação de processos industriais contínuos e discretos;
- Equipamento de alto desempenho e tempo de resposta rápido, com capacidade de execução em tempo real, diagnóstico de falhas, comunicação em redes industriais e funções integradas de controle PID e Motion Control.
- Opera como IO Controller, IO Device ou CPU autônoma, permitindo flexibilidade em arquiteturas centralizadas ou distribuídas

Construção Física:

- Arquitetura modular, composta por unidade de processamento (CPU), fonte, módulos de entrada/saída (E/S), módulos de comunicação e cartões de memória;
- Montagem em trilho DIN padrão 35 mm;
- Grau de proteção IP20, apropriado para montagem em painéis industriais;
- Conexão entre módulos via barramento traseiro interno (sem cabeamento externo);
- Invólucro em termoplástico resistente a calor, impacto e ambientes industriais.

Unidade Central de Processamento (CPU):

- Tempo de execução: maior igual 48 ns para instruções booleanas típicas.
- Memória de programa: 500KB (usuário).
- Memória de dados: 1 MB.
- Memória de carga: até 32 GB em cartão de memória.
- Processamento multitarefa 32bits, com execução de rotinas cíclicas, temporizadas e por evento.
- RTC (Real Time Clock) integrado, com sincronização NTP.
- Diagnóstico interno de CPU, buffer de eventos (até 1000 registros) e watchdog integrado.
- Tensão de alimentação: 24 Vcc (19,2 a 28,8 Vcc); consumo $\approx$ 0,6 A.

Interfaces de Comunicação:

- Mínimo de 2 portas Ethernet industrial integradas.
 - Suporte a protocolos industriais:
 - Modbus TCP;
 - OPC UA;
 - PROFINET IO RT e IRT;
 - SNMP HTTP(S) e DCP;
 - MRP (Media Redundancy) como cliente ou gerente
- Expansível com módulos adicionais para:
 - Modbus RTU;
 - PROFIBUS;
 - RS-232 / RS-485.
- Comunicação simultânea com IHMs, inversores de frequência, CLPs e sistemas SCADA.
- Expansível via módulo CM DP para PROFIBUS DP (master ou slave) ou via gateway para RS-232/RS-485.

Entradas e Saídas (E/S):

- Devem ser fornecidos módulos de entrada e saídas digitais independentes da CPU :
 - Pelo menos 8 entradas digitais;
 - Pelo menos 8 saídas digitais;
 - Pelo menos 4 entradas analógicas;
- Os módulos devem ser independentes da CPU, intercambiáveis e com saque a quente e ainda possibilitar a expansão do número de ponto com adição de módulos
- Módulos de entradas digitais 24 Vcc com filtragem por software.
- Módulos de entradas analógicas 0–10 V / 4–20 mA , isoladas individualmente com resolução de 16 bits.
- Saídas digitais a relé, protegidas contra curto-circuito.
- Saídas analógicas 0–10 V ou 4–20 mA (≥ 12 bits de resolução).
- Suporte a entradas de contagem rápida (HSC) até 100 kHz (conforme módulo).
- Detecção de falhas canal a canal e diagnóstico via rede.

Recursos Avançados:

- Servidor Web integrado para diagnóstico, topologia Ethernet, status de tags e monitoramento de memória.
- Proteções de segurança integradas: proteção por senha (Know-how), cópia vinculada à CPU ou cartão, proteção de acesso por níveis e verificação de integridade de dados.
- Controle PID Universal, PID 3-Step e PID de temperatura com auto-ajuste.
- Função Trace para análise de variáveis e otimização de malhas.
- Registro de falhas e eventos com carimbo de data/hora.
- Suporte a para gerenciamento de consumo energético em períodos ociosos, com PROFIenergy e outros

Programação e Engenharia:

- O controlador deverá possuir suporte as seguintes linguagens IEC 61131-3, permitindo a execução lógica de pelo menos 3 maneiras diferentes: Ladder (LD), Function Block (FBD), Structured Text (ST), Statement List (STL) e Sequential Function Chart (SFC).
- Recursos de programação orientada a objetos (OOP);
- Ferramentas integradas de simulação, análise de tempo de ciclo, e verificação de lógica.
- Diagnóstico online com upload/download de blocos de código em tempo de execução.
- Engenharia centralizada com biblioteca de blocos reutilizáveis.
- ➔ **Em caso de proposta de equipamento não usual no parque da Caesb, deverão ser inclusos no fornecimento todos os softwares e licenças necessários à programação e manutenção do CLP.**
- Recursos de Segurança Funcional (Fail-Safe):

- Versões com segurança integrada (Fail-Safe) para aplicações em conformidade com:
 - SIL2/SIL3 – IEC 61508;
 - PL d/e – ISO 13849;
 - Capacidade de execução mista de lógicas padrão e de segurança no mesmo equipamento;
 - Blocos de função certificados para: parada de emergência, controle de intertravamento, zona segura etc.
- Características Ambientais e Elétricas:
 - Alimentação: 24 Vcc;
 - Temperatura de operação: 0 a 60 °C;
 - Umidade: até 95% sem condensação;
 - Resistência a vibração, choque e interferência eletromagnética conforme IEC 61131-2;
 - Compatível com ambientes industriais agressivos;
 - Certificações: CE, UL, CSA, RoHS, ATEX (modelos específicos).
- Acessórios e Expansões:
 - Cartões de memória industriais para armazenamento de programa e dados até 32GB;
 - Módulos de expansão de E/S remotas via redes industriais;
 - Módulos tecnológicos para:
 - Controle de movimento (Motion);
 - PID avançado;
 - Medição e pesagem.
 - Fontes de alimentação redundantes (opcional)
 - Interfaces de comunicação sem fio (opcional).
- Garantia e Documentação Técnica:
 - Garantia mínima: 12 meses;
 - Suporte técnico e assistência disponíveis em território nacional;
 - Devem acompanhar:
 - Manuais técnicos em idioma nacional;
 - Diagramas elétricos;
 - Certificados de conformidade.

2.3.3 FONTE DE ALIMENTAÇÃO MODULAR

- Finalidade:
 - Fornecer alimentação estabilizada e protegida para todos os módulos do CLP.
- Especificações Técnicas:
 - Tensão de entrada: 100–240 Vca, 50/60 Hz;
 - Tensão de saída: 24 Vcc $\pm$ 10%;
 - Corrente de saída: $\geq$ 5 A (ou conforme carga total do sistema);
 - Eficiência $\geq$ 85%;
 - Proteções integradas contra:
 - Sobrecorrente;
 - Sobreensão;
 - Curto-circuito.
 - Sinalização de status (LED ou contato seco);
 - Montagem em trilho DIN padrão;
 - Grau de proteção: IP20;
 - Certificações de segurança elétrica e compatibilidade eletromagnética industrial.

2.3.4 MÓDULO DE COMUNICAÇÃO INDUSTRIAL

- Finalidade:

- Estabelecer comunicação com redes industriais para troca de dados entre CLPs, IHMs, supervisórios e dispositivos de campo.
- Especificações Técnicas:
 - Protocolos suportados (mínimo de dois entre os listados):
 - Modbus RTU (RS-485);
 - Modbus TCP (Ethernet);
 - PROFINET;
 - OPC UA;
 - Profibus DP.
 - Tipos de interface física:
 - Porta serial RS-232/RS-485;
 - Porta Ethernet RJ-45.
 - Taxa de comunicação: até 12 Mbps (conforme protocolo);
 - Detecção automática de rede e endereçamento por software;
 - LED de diagnóstico e status de rede;
 - Suporte a comunicação mestre e escravo;
 - Suporte a comunicação redundante (opcional);
 - Isolamento galvânico em todas as interfaces;
 - Montagem em trilho DIN padrão;
 - Conexão por bornes extraíveis ou conectores padrão industrial.

2.3.5 MÓDULO DE SAÍDA ANALÓGICA

- Finalidade:
 - Enviar sinais analógicos contínuos para atuadores, inversores de frequência, válvulas de controle e outros elementos finais.
- Especificações Técnicas:
 - Número de canais: mínimo de 2 por módulo;
 - Sinal de saída: 0-10 V ou 4-20 mA (selecionável);
 - Resolução mínima: 12 bits;
 - Precisão: erro máximo $\leq 0,2\%$ da faixa total;
 - Isolamento galvânico entre canais e lógica;
 - Capacidade de carga: ≥ 500 ohms (em modo corrente);
 - Proteção contra curto-circuito e sobrecarga;
 - LEDs de status por canal;
 - Diagnóstico de falhas por canal via software;
 - Montagem em trilho DIN padrão;
 - Conexão por bornes extraíveis ou terminais identificados.

2.3.6 MÓDULO DE ENTRADA ANALÓGICA

- Finalidade:
 - Realizar a aquisição de sinais analógicos contínuos provenientes de transmissores de processo (pressão, nível, temperatura, vazão etc.).
- Especificações Técnicas:
 - Número de canais: mínimo de 4 por módulo isolados individualmente;
 - Tipos de sinal suportados: 0-10 V, 0-5 V, 4-20 mA (selecionável por canal);
 - Resolução mínima: 16 bits;
 - Precisão: erro máximo $\leq 0,2\%$ da faixa total;
 - Isolamento galvânico entre canais e barramento lógico;
 - Tempo de amostragem: ≤ 10 ms por canal;

- Proteção contra sobretensão e inversão de polaridade;
- Detecção de ruptura de fio (em sinais de corrente);
- LEDs de status e diagnóstico por canal;
- Configuração via software de engenharia;
- Conexão por bornes identificados removíveis;
- Montagem em trilho DIN padrão.

2.3.7 MÓDULO DE SAÍDA DIGITAL

- Finalidade:
 - Comandar dispositivos como lâmpadas, válvulas solenóides, relés, motores ou sinalizadores via sinal binário.
- Especificações Técnicas:
 - Tensão de saída: 24 Vcc;
 - Número de canais: mínimo de 8 por módulo;
 - Corrente por canal: mínimo de 0,5 A (preferencialmente 2 A);
 - Tipo de saída: transistor (sourcing ou sinking) ou relé – Para essa aplicação deverá ser relé;
 - Proteção contra curto-circuito, sobretemperatura e sobrecarga;
 - Indicadores LED individuais para estado de saída;
 - Tempo de comutação: inferior a 1 ms;
 - Isolamento galvânico por canal;
 - Diagnóstico de falha via CLP;
 - Montagem em trilho DIN padrão;
 - Conexão por bornes extraíveis ou terminais de mola.

2.3.8 MÓDULO DE ENTRADA DIGITAL

- Finalidade:
 - Realizar a leitura de sinais digitais (discretos) provenientes de sensores, botoeiras, chaves fim de curso e outros dispositivos binários.
- Especificações Técnicas:
- Tensão nominal: 24 Vcc
 - Número de canais: mínimo de 8 por módulo;
 - Tipo de entrada: sinal digital tipo PNP ou NPN (configurável ou definido por modelo);
 - Indicadores LED por canal para status lógico;
 - Filtro de debounce por software ou hardware integrado;
 - Isolamento galvânico entre canal e lógica interna;
 - Detecção de curto-circuito ou falha de cabeamento;
 - Tempo de resposta: inferior a 3 ms;
 - Conexão por bornes removíveis ou terminais de mola;
 - Grau de proteção: IP20;
 - Montagem: trilho DIN padrão.

2.3.9 DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO PARA SINAIS ANALÓGICOS

- Finalidade:
 - Proteger entradas analógicas de controladores lógicos programáveis (CLPs), unidades remotas de E/S e equipamentos de aquisição contra surtos elétricos, sobretensões e descargas atmosféricas;

- Aplicável à proteção de sinais provenientes de sensores de processo como transmissores de pressão, nível, temperatura, vazão, turbidez, entre outros;
 - Instalação diretamente na borneira ou trilho DIN dentro do quadro de automação.
- Características Funcionais:
 - Proteção contra surtos de tensão induzidos por descargas atmosféricas (indiretas), manobras de carga e ruídos industriais;
 - Capaz de suportar transientes rápidos (burst), surtos de alta energia (surge) e descarga eletrostática (ESD) conforme normas IEC;
 - Tipo de sinal protegido: 4–20 mA, em loop ativo ou passivo;
 - Aplicável a sinais em 2, 3 ou 4 fios.
- Especificações Técnicas:
 - Tensão nominal de operação: 24 Vcc (típica);
 - Corrente máxima contínua: ≥ 100 mA;
 - Tensão de clamping (limitadora): ≤ 36 Vcc;
 - Tempo de resposta: ≤ 1 ns;
 - Capacidade de descarga de corrente: ≥ 10 kA (onda 8/20 μ s);
 - Impedância de inserção: ≤ 1 Ω ;
 - Capacitância máxima: ≤ 10 nF (minimizando interferência no sinal);
 - Queda de tensão: desprezível, sem causar offset no loop de corrente;
 - Conexões: bornes com parafuso ou mola, identificados e acessíveis;
 - Indicador visual ou borne de aterramento para conexão ao barramento PE.
- Instalação e Montagem:
 - Montagem: trilho DIN padrão 35 mm;
 - Instalação recomendada entre a borneira do painel e os canais de entrada analógica do CLP ou unidade remota;
 - Deve possuir conexão dedicada para aterramento funcional ou equipotencial (PE);
 - Deve permitir substituição rápida e individual sem necessidade de remover cabeamento adjacente.
- Ambiente de Operação:
 - Temperatura: -20 a +60 °C;
 - Umidade relativa: até 95%, sem condensação;
 - Compatível com ambientes industriais agressivos;
 - Resistência à vibração e EMC conforme IEC 61000-4 e IEC 60068.
- Normas e Certificações:
 - Conformidade com:
 - IEC 61643-21 (proteção de sinais);
 - IEC 61000-4-5 (imunidade a surtos);
 - IEC 61010-1 (segurança elétrica).
 - Certificação CE, RoHS, e outras equivalentes internacionais.
- Garantia e Documentação:
 - Garantia mínima de 12 meses;
 - Fornecido com manual técnico, instruções de instalação e especificações elétricas;
 - Identificação permanente no corpo do dispositivo com marcação de terminais e polaridade.

2.3.10 INTERFACE HOMEM-MÁQUINA

- Finalidade:
 - Dispositivo para interface entre operadores e sistemas de automação, permitindo supervisão, comando e visualização de variáveis de processo em tempo real;
 - Utilizado em sistemas de controle de estações de tratamento, painéis de automação, elevatórias, sistemas de bombeamento, entre outros.
- Construção Física:

- Montagem frontal em painel, com fixação por presilhas.
- Tela colorida TFT-LCD com retroiluminação por LED.
- Tecnologia touchscreen resistiva ou capacitiva (conforme aplicação).
- Carcaça em termoplástico industrial ou alumínio, resistente a impactos e ambientes agressivos.
- Grau de proteção frontal mínimo IP65 (com vedação correta no painel).
- Refrigeração passiva (sem ventilador).
- Características Técnicas:
 - Resolução mínima:
 - 800x480 px (para 7" e 9");
 - 1024x768 px ou superior (para 12" e 15").
 - Número mínimo de cores: 65.536 (16 bits);
 - Capacidade de processamento com CPU ARM ou equivalente;
 - Memória: interna:
 - Flash: ≥ 128 MB;
 - RAM: ≥ 64 MB.
 - Armazenamento expansível via cartão SD ou USB;
 - Suporte a multitelas, pop-ups, animações e gráficos de tendência;
 - Registro de alarmes e eventos com carimbo de data/hora;
 - Relógio de tempo real com bateria de backup.

2.4 QUADRO ELÉTRICO E DE AUTOMAÇÃO

2.4.1 PAINEL TIPO ARMÁRIO PARA CCM/QA (CENTRO DE COMANDO DE MOTORES/QUADRO DE AUTOMAÇÃO)

- Finalidade:
 - Abrigar e organizar os equipamentos de controle, proteção e acionamento de motores elétricos, além de dispositivos de automação, medição e comunicação industrial;
 - Adequado para aplicações em estações elevatórias, ETes, unidades industriais e ambientes técnicos com requisitos de segurança, acessibilidade e manutenção.
- Normas Aplicáveis:
 - NBR IEC 60439-1 / NBR IEC 61439-1 e 61439-2 – Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão;
 - NR-10 – Segurança em instalações elétricas;
 - NR-12 – Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos;
 - NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão;
 - NBR 13570 – Painéis elétricos em invólucros metálicos;
 - NEMA ICS e IEC 60529 (grau de proteção – IP).
- Construção Física e Dimensões:
 - Tipo: Painel metálico modular autoportante, com estrutura em aço carbono SAE 1020 ou equivalente;
 - Estrutura do armário: chapa de aço de 1,5 mm
 - Teto: chapa de aço de 1,5 mm
 - Porta: chapa de aço de 2,0 mm
 - Painel traseiro: chapa de aço de 1,5 mm
 - Chapas de base: chapa de aço de 1,5 mm
 - Placa de montagem: chapa de aço de 3,0 mm
 - Grau de proteção mínimo: IP54;
 - As dimensões construtivas (altura, largura e profundidade) da caixa metálica do CCM a ser fornecido pela empresa Contratada deverão ser aprovadas no Projeto Executivo, respeitando as distâncias mínimas recomendadas pelos manuais dos fabricantes dos equipamentos que integrarão o CCM.
 - Base com sapatas niveladoras, com furação para chumbadores;
 - Portas de abertura de 120° a 180°, com venezianas (quando necessário);
 - Dobradiças reforçadas e fecho com chave tipo semi encaixe.

- Estrutura do armário: pintura eletroforética por imersão Porta, teto e painel traseiro: pintura eletroforética por imersão, acabamento externo com pintura eletrostática a pó, pintura texturizada Placa de montagem e chapas de base: galvanizadas
- Características Internas:
 - Trilho DIN 35 mm padrão para montagem de dispositivos modulares;
 - Placa de montagem removível, com tratamento anticorrosivo e furação padrão;
 - Barramento principal e de distribuição dimensionado conforme corrente nominal;
 - Barramento de terra (PE) e barramento de neutro (N), fixos e isolados;
 - Suporte interno para cabos com passa-fios e guia de cabos vertical/horizontal;
 - Dutos laterais e inferiores para organização e canalização dos condutores;
 - Espaço reservado para bornes, relés de interface, disjuntores, contadoras e fontes.
- Acessórios e Identificação:
 - Nome do painel, tensão, corrente nominal, grau de proteção, data de fabricação e número de série;
 - Etiquetação individual de cabos, bornes, disjuntores e circuitos com código funcional;
 - Iluminação interna com interruptor magnético (opcional);
 - Tomada de serviço 220 Vca ou 127 Vca com disjuntor independente (opcional);
 - Sensor de temperatura e/ou umidade interna (opcional para locais com risco de condensação).
- Condutores e Barramentos:
 - Cabos com terminais tipo olhal ou pino, conforme o borne;
 - Barramentos com isolamento e espaçamento mínimo conforme corrente (seguindo IEC 61439);
 - Curvaturas dos cabos respeitando o raio mínimo especificado pelo fabricante;
 - Fixação dos condutores por canaletas e braçadeiras sem compressão excessiva.
- Condições Ambientais e Instalação:
 - Temperatura de operação: -5 a +50 °C;
 - Umidade relativa: até 95%, sem condensação;
 - Painel projetado para instalação interna, em local protegido contra intempéries;
 - Ventilação natural ou forçada (quando necessário), com filtros de entrada e exaustão;
 - Instalação sobre piso nivelado, seco e isolado.
- Ensaios e Verificações:
 - Ensaios dielétricos e de continuidade de aterramento conforme NBR IEC 61439;
 - Verificação de torque dos parafusos e aperto dos barramentos;
 - Teste de isolamento e aterramento funcional;
 - Comissionamento com verificação do funcionamento dos circuitos de controle;
 - intertravamentos e dispositivos de proteção.
- Documentação e Garantia:
 - Garantia mínima de 12 meses;
 - Fornecido com:
 - Diagrama unifilar e multifilar atualizado;
 - Lista de componentes instalados;
 - Manual técnico com instruções de operação e manutenção;
 - Layout físico do painel com identificação de componentes e bornes;
 - Certificados de conformidade elétrica e ensaios.

2.4.2 EXAUSTOR DE PAINEL

- Finalidade:
 - Promover a circulação e exaustão de ar em painéis elétricos e de automação, evitando o acúmulo de calor gerado por componentes internos como fontes, controladores, inversores, soft starters e rádios industriais;
 - Indicada para painéis instalados em áreas internas e externas, com presença de aquecimento natural ou equipamentos sensíveis à elevação térmica.

- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - IEC 60068-2-6 – Ensaios de vibração
 - IEC 60529 – Grau de proteção (IP)
 - NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão
 - NR-10 – Segurança em instalações elétricas
- Características Técnicas:
 - Tipo axial, de montagem em parede ou porta do painel;
 - Tensão de alimentação: 230 Vca (ou 24 Vcc, conforme projeto);
 - Vazão mínima: 60 a 150 m³/h, de acordo com o volume interno e dissipação térmica do painel;
 - Baixo nível de ruído: inferior a 55 dB(A) a 1 metro;
 - Consumo de energia reduzido, com potência entre 15 e 35 W;
 - Rolamentos com longa vida útil, sistema de rotor balanceado e proteção térmica contra sobreaquecimento.
- Construção:
 - Carcaça em termoplástico ABS ou alumínio pintado com grade de proteção;
 - Acompanha filtro de entrada de ar com elemento lavável e substituível;
 - Montagem por parafusos ou sistema de encaixe com trava rápida;
 - Grau de proteção mínimo IP54 (painel interno) ou IP65 (painel externo).
- Instalação:
 - Deve ser instalado na parte superior do painel para exaustão do ar quente, com entrada de ar na parte inferior com filtro correspondente;
 - Fixação por parafusos ou presilhas, com gabarito de recorte incluso;
 - Alimentação por bornes ou conector rápido;
 - Pode ser comandado por termostato ou controlador de temperatura local.
- Documentação e Garantia:
 - Garantia mínima de 12 meses;
 - Fornecido com manual técnico, instruções de montagem, curva de desempenho e ficha de manutenção preventiva.

2.4.3 CONTADORES

- Finalidade:
 - Utilizados para manobra e comando remoto de motores trifásicos, bancos de carga, resistências, iluminação industrial e sistemas de automação. Adequados para operação de cargas em regime intermitente ou contínuo, com controle local ou via CLP, IHM e sistemas supervisórios.
- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - Atendem às normas IEC 60947-1 e IEC 60947-4-1 para dispositivos de comando e manobra. Aplicação conforme NBR 5410 para instalações elétricas de baixa tensão e NR-10 para segurança em painéis elétricos e automação.
- Características Técnicas:
 - Dispositivo eletromecânico com bobina de acionamento em 24 Vcc, 48 Vcc, 110 Vca, 220 Vca ou 380 Vca conforme projeto. Capacidade de corrente nominal de 9 A até 150 A ou superior, com contatos principais tripolares normalmente abertos (NA) e contatos auxiliares integrados NA e NF. Vida útil elétrica superior a 1 milhão de manobras e vida mecânica superior a 10 milhões de ciclos. Frequência de comutação compatível com aplicações industriais, incluindo partida direta, reversora e estrela-triângulo.
- Construção e Montagem:
 - Corpo em termoplástico de alta resistência com proteção contra arco elétrico. Montagem em trilho DIN 35 mm ou fixação por parafusos, com identificação frontal da bobina e contatos auxiliares. Contatos fabricados em liga de prata com tratamento especial contra desgaste e soldagem. Disponível com blocos auxiliares, temporizadores de retardo e interfaces para sistemas eletrônicos.

- Aplicações Típicas:
 - Partida de motores elétricos, inversão de rotação com intertravamento, acionamento de soft starters, controle de iluminação técnica, acionamento de válvulas solenoides e ventiladores industriais. Integração com CLPs, IHMs, relés térmicos, chaves seletoras e sistemas de automação local ou remota.
- Documentação e Garantia:
 - Garantia mínima de 12 meses. Acompanha ficha técnica com curvas de carga, torque de aperto dos terminais, esquema de ligação e dimensões físicas para montagem em painéis e quadros de distribuição.

2.4.4 DISJUNTOR GERAL TRIPOLAR

- Finalidade:
 - Dispositivo de proteção destinado à interrupção automática de circuitos trifásicos de baixa tensão em casos de sobrecarga ou curto-circuito. Utilizado como disjuntor geral de painéis de automação, quadros de distribuição, CCMs, painéis de campo e sistemas de comando, garantindo a segurança das instalações e dos equipamentos conectados.
- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - Atende às normas IEC 60898 e IEC 60947-2 para dispositivos de proteção contra sobrecorrentes. Aplicável segundo NBR 5410 para instalações elétricas de baixa tensão e conforme recomendações da NR-10 para proteção de circuitos em ambientes industriais.
- Características Técnicas:
 - Disjuntor termomagnético tripolar com capacidade de interrupção nominal adequada à aplicação, com opções entre 6 kA e 25 kA conforme nível de curto-circuito disponível. Corrente nominal ajustável ou fixa entre 10 A e 250 A. Curva de disparo tipo C para proteção de cargas gerais como iluminação, tomadas e pequenos motores, ou tipo D para proteção de cargas com altas correntes de partida, como motores industriais, transformadores e equipamentos com alto pico de energização;
 - Elementos de disparo térmico para sobrecarga e magnético para curto-circuito;
 - Alta precisão de operação e tempo de resposta rápido.
- Construção e Montagem:
 - Corpo em termoplástico de alta resistência com proteção contra arco elétrico.
 - Conexões por bornes de pressão ou parafuso, compatível com barramentos tipo pente ou cabos. Instalação em trilho DIN 35 mm ou montagem direta por parafusos em trilhas metálicas. Grau de proteção mínimo IP20, podendo ser instalado em painéis IP54 ou IP65 com proteção adicional.
- Aplicações Típicas:
 - Proteção geral de painéis de controle, automação e distribuição de energia;
 - Adequado para alimentação principal de quadros de comando, proteção de transformadores de controle, inversores de frequência, soft starters, sistemas de bombeamento, ventiladores e unidades de tratamento.
- Documentação e Garantia:
 - Garantia mínima de 12 meses. Fornecido com manual técnico, curvas características de disparo térmico e magnético, instruções de montagem e certificação de conformidade com normas técnicas vigentes.

2.4.5 FUSÍVEL DE ENTRADA

- Finalidade:
 - Utilizados para a proteção de circuitos de alimentação principal em painéis de automação, CCMs e quadros de força. Atuam como elemento de proteção contra curto-circuito ou, dependendo da classe, também contra sobrecargas, sendo aplicados na entrada de painéis, em conjunto com bases portafusíveis tripolares. Oferecem seccionamento visível e elevada capacidade de interrupção.

- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - Atendem às normas IEC 60269 e NBR 11841 para fusíveis de baixa tensão do tipo NH. Aplicação conforme NBR 5410 para instalações elétricas de baixa tensão e NR-10 quanto à proteção e seccionamento de circuitos elétricos.
- Características Técnicas:
 - Tipo NH, fusível de corpo cerâmico com contatos metálicos planos nas extremidades. Tensão de operação de até 500 Vca ou 690 Vca, conforme modelo. Capacidade de interrupção mínima de 80 kA. Corrente nominal de 10 A a 400 A ou superior, conforme a carga instalada e o dimensionamento do sistema;
 - Classe gG (uso geral) indicada para proteção de cabos e cargas contra curto-circuito e sobrecarga. Classe aM (ação rápida para motores) recomendada para proteção de curto-circuito em circuitos com dispositivos de partida e proteção térmica própria.
- Construção e Montagem:
 - Corpo cerâmico de alta rigidez dielétrica com preenchimento interno em areia de quartzo para extinção de arco. Elemento fusível interno calibrado para atuação precisa. Indicação visual de fusão com pino saliente. Instalação em base portafusível tripolar com tampa de proteção e contatos de pressão. Montagem em trilho DIN ou fixação por parafuso em trilha metálica.
- Aplicações Típicas:
 - Proteção de entrada geral de painéis de automação, bancos de capacitores, CCMs e sistemas de alimentação de motores. Utilizados também para proteção de transformadores de comando, chaves de partida direta, estrela-triângulo e sistemas com elevada corrente de partida.
- Documentação e Garantia:
 - Garantia mínima de 12 meses. Fornecidos com curva de atuação, certificado de conformidade e tabela de dimensionamento para aplicação em conjunto com disjuntores, contadores e relés térmicos.

2.4.6 CONTATOR GERAL

- Finalidade:
 - Utilizado como elemento de corte ou intertravamento centralizado em painéis de automação, distribuição e controle, permitindo o desligamento total de circuitos de potência ou a atuação intertravada com sistemas auxiliares de proteção, emergência ou lógica operacional. Ideal para atuar em conjunto com disjuntores, relés de proteção e sistemas de segurança funcional em unidades técnicas industriais.
- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - Atende às normas IEC 60947-1 e IEC 60947-4-1 para contadores e dispositivos de comando. Aplicável segundo NBR 5410 para instalações elétricas de baixa tensão e NR-10 no que diz respeito à segurança em painéis elétricos e manobras operacionais.
- Características Técnicas:
 - Contator tripolar com bobina de comando em tensão compatível com o sistema (24 Vcc, 110 Vca, 220 Vca ou 380 Vca). Corrente nominal de operação conforme a carga geral do painel, podendo variar entre 32 A e 250 A ou mais, com capacidade de interrupção sob carga. Contatos principais normalmente abertos (NA) e possibilidade de blocos auxiliares NA e NF adicionais. Vida útil elétrica superior a 1 milhão de manobras e mecânica superior a 10 milhões de ciclos;
 - Pode atuar em conjunto com botoeiras de emergência, chaves seletoras ou relés de falta de fase e sobrecorrente.
- Construção e Montagem:
 - Montagem em trilho DIN ou fixação por parafusos. Carcaça termoplástica de alta rigidez com proteção contra arco elétrico. Contatos de potência com revestimento para alta durabilidade, resistindo a soldagem e desgaste. Bobina de acionamento com sistema antichatter e supressor de surto. Disponível com sinalização de status e blocos de interface para CLPs e IHMs.

- Aplicações Típicas:
 - Desligamento total de painéis elétricos em situações de emergência ou manutenção. Intertravamento com portas de painéis, inversores, soft starters ou sistemas de partida estrela-triângulo. Aplicações que exigem isolamento de carga geral mediante sinal de comando ou falha no sistema.
- Documentação e Garantia:
 - Garantia mínima de 12 meses. Fornecido com manual técnico, curvas de capacidade de carga, torque de aperto dos terminais, esquema de ligação e certificação de conformidade com as normas aplicáveis.

2.4.7 TRANSFORMADOR DE CORRENTE (TC)

- Finalidade:
 - Dispositivos utilizados para a redução proporcional da corrente elétrica em circuitos de média e baixa tensão, possibilitando a medição por instrumentos ou a atuação de relés de proteção em valores seguros e padronizados. Aplicados em quadros de medição, painéis de proteção, CCMs e sistemas de automação elétrica, associados a multimedidores, relés de sobrecorrente, unidades de proteção diferencial e sistemas SCADA.
- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - Atendem às normas IEC 61869-2 e ABNT NBR 6856 para transformadores de corrente para instrumentos. Aplicáveis também conforme NBR 5410 (instalações elétricas de baixa tensão), NBR 14039 (média tensão) e critérios de segurança da NR-10.
- Características Técnicas:
 - Transformadores de corrente do tipo janela, núcleo dividido ou encapsulado, projetados para instalação em barras condutoras ou cabos. Relação de transformação conforme projeto, como por exemplo 300/5 A, 600/5 A, 800/5 A, entre outras. Classe de exatidão definida pela aplicação: classe 0,5 ou 1 para medição, classe 5P10 ou 10P10 para proteção. Corrente térmica nominal de curto-circuito mínima de 40 In e fator de segurança (FS) compatível com o tipo de relé ou equipamento de medição. Frequência nominal de 50/60 Hz.
- Construção e Montagem:
 - Carcaça em material termoplástico autoextinguível ou resina epóxi moldada, com identificação gravada da relação de transformação, classe, corrente nominal e sentido do fluxo de corrente. Núcleo em aço silício com acabamento anticorrosivo. Terminais secundários com bornes protegidos por tampa selável. Instalação por encaixe sobre trilho DIN, fixação com abraçadeiras ou montagem direta em painéis.
- Aplicações Típicas:
 - Instalação em painéis de medição, entrada de energia de quadros, bancos de capacitores, transformadores de força, disjuntores gerais e sistemas de supervisão remota. Integrados a multimedidores de energia, relés de proteção, controladores de demanda e sistemas de automação com aquisição de dados.
- Documentação e Garantia:
 - Garantia mínima de 12 meses. Fornecido com certificado de calibração, curvas de erro e saturação, manual de instalação e instruções para fechamento do secundário em curto quando fora de uso, conforme exigido pelas normas técnicas.

2.4.8 TRANSFORMADOR DE POTENCIAL (TP)

- Finalidade:
 - Transformadores utilizados para a redução proporcional da tensão de sistemas de média ou baixa tensão, possibilitando a medição segura e padronizada por instrumentos, multimedidores, relés e

sistemas supervisórios. Aplicados em quadros de medição e proteção, painéis de automação, CCMs e centros de distribuição, viabilizando o monitoramento e controle de tensão em sistemas elétricos.

- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - Atendem às normas IEC 61869-3 e ABNT NBR 6855 para transformadores de potencial para instrumentos. Aplicáveis conforme NBR 5410 para instalações elétricas de baixa tensão, NBR 14039 para sistemas de média tensão e NR-10 para segurança em instalações elétricas.
- Características Técnicas:
 - Transformador monofásico ou trifásico, seco ou encapsulado, com tensões primárias típicas de 15 kV, 13,8 kV, 11,4 kV, 690 V, 440 V ou 380 V, conforme o nível do sistema. Tensões secundárias padronizadas de 115 V, 100 V ou 110 V;
 - Classe de exatidão de 0,5 ou 1 para medição e 3P ou 6P para proteção. Potência aparente nominal mínima de 25 VA por fase, conforme necessidade da carga dos instrumentos. Frequência nominal de operação de 50/60 Hz. Resposta rápida a variações de tensão e baixo desvio percentual na faixa nominal de operação.
- Construção e Montagem:
 - Núcleo magnético encapsulado em resina epóxi ou alojado em invólucro termoplástico autoextinguível. Terminais de entrada e saída claramente identificados, protegidos por tampas de segurança seláveis. Suporte com isoladores de base ou furação para fixação direta em chapas metálicas, calhas ou trilhos. Modelos projetados para instalação em ambientes internos ou externos com grau de proteção IP20 a IP54, conforme a aplicação.
- Aplicações Típicas:
 - Monitoramento da tensão em barramentos principais, alimentação de relés de tensão mínima ou máxima, medição de energia elétrica, monitoramento remoto via sistemas SCADA, proteção contra subtensões e sobretensões, além da alimentação de circuitos auxiliares de medição.
- Documentação e Garantia:
 - Garantia mínima de 12 meses. Fornecido com certificado de calibração, curva de erro, diagrama de ligações, manual técnico e identificação permanente com relação de transformação, classe, potência e fabricante.

2.4.9 CHAVE DE AFERIÇÃO PARA TC'S E TP'S

- Finalidade:
 - Dispositivo de comutação utilizado em circuitos de medição e proteção elétrica, permitindo a verificação, calibração, inspeção e aferição de instrumentos conectados a TCs e TPs sem a necessidade de desligamento do sistema;
 - Aplicadas em painéis de medição, quadros de proteção e centrais de automação para facilitar o ensaio periódico e manutenção de sistemas de monitoramento e faturamento de energia.
- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - Atendem às normas IEC 60947-3 para dispositivos de seccionamento e manobra;
 - Aplicáveis conforme ABNT NBR 14520 (transformadores de medição), NBR 5410 (instalações de baixa tensão), NBR 14039 (média tensão) e diretrizes da NR-10 quanto à segurança em intervenções elétricas.
- Características Técnicas:
 - Chave multipolar de comutação manual com contatos rotativos ou basculantes, fixação frontal ou traseira em painel. Composta por contatos de curto-circuito e abertura dedicados para circuito de TC, comutadores para TP e terminais de aferição independentes. Tensão nominal de operação de até 690 Vca e corrente nominal de 5 A (TP) a 10 A (TC), com isolamento adequada para circuitos secundários. Abertura sincronizada dos polos, garantindo o curto-circuito prévio dos TCs antes da desconexão do instrumento de medição. Resistente a 10.000 manobras mecânicas com contatos de prata para alta durabilidade.
- Construção e Montagem:

- Montagem em painel com fixação por parafusos ou trilho DIN, corpo em termoplástico autoextinguível com tampa frontal identificadora de posições;
- Terminais com parafusos de pressão, sinalização das posições “serviço”, “aferição” e “desligado”. Disponível em modelos modulares para 3, 4 ou 6 polos, conforme o número de fases e funções do sistema. Grau de proteção IP20 ou superior quando montada em painel com proteção frontal.
- Aplicações Típicas:
 - Instalada entre os secundários de TCs e TP e os instrumentos de medição como multimedidores, transdutores, relés de proteção ou interfaces de comunicação;
 - Permite conexão de equipamentos portáteis de aferição ou calibração sem interrupção do funcionamento do sistema.
- Documentação e Garantia:
 - Garantia mínima de 12 meses. Fornecida com manual de instalação, instruções de operação segura, diagrama de comutação e identificação das posições de chaveamento. Opcionalmente acompanhada de etiquetas de campo ou disjuntor seccionador auxiliar.

2.4.10 PROTETOR DE SURTO TRIFÁSICO

- Finalidade:
 - Dispositivo destinado à proteção de sistemas elétricos trifásicos contra surtos de tensão transitórios provocados por descargas atmosféricas, comutação de cargas, chaveamentos de banco de capacitores ou outras perturbações na rede. Instalado em painéis de entrada, painéis de automação, CCMs e quadros de distribuição, protege os equipamentos eletrônicos e sistemas de controle conectados à rede elétrica.
- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - Atende às normas IEC 61643-11 para dispositivos de proteção contra surtos em sistemas de energia de baixa tensão e NBR 5410 para instalações elétricas de baixa tensão. Aplicável também segundo os requisitos da NR-10 quanto à proteção de circuitos e segurança de equipamentos e operadores.
- Características Técnicas:
 - Dispositivo modular composto por três módulos de proteção de fase e um de neutro (ou três módulos para sistema trifásico sem neutro), com cartuchos substituíveis. Tensão nominal de operação de até 440 Vca entre fases. Corrente de descarga nominal (I_n) mínima de 20 kA por fase (8/20 μ s) e corrente de descarga máxima (I_{max}) de 40 kA ou superior. Nível de proteção (U_p) inferior a 1,5 kV. Tempo de resposta inferior a 25 ns. Tecnologia baseada em varistores de óxido metálico (MOV) com dispositivo térmico de desconexão interno.
- Construção e Montagem:
 - Montagem em trilho DIN 35 mm com travas de fixação rápida. Carcaça em termoplástico autoextinguível com indicação visual do estado de operação e possibilidade de contato auxiliar para sinalização remota de falha. Terminais de conexão a cabo de até 25 mm² com torque controlado. Grau de proteção IP20 ou superior para instalação interna em painéis com fechamento IP54 ou IP65.
- Aplicações Típicas:
 - Instalação na entrada de painéis de automação, alimentação de CLPs, IHMs, sensores, módulos de interface, rádios industriais, fontes chaveadas e qualquer equipamento sensível à variações de tensão. Recomendado também em painéis de campo, subestações compactas e unidades técnicas remotas.
- Documentação e Garantia:
 - Garantia mínima de 12 meses. Fornecido com manual de instalação, instruções de dimensionamento conforme esquema TN, TT ou IT, e certificação de conformidade com a norma IEC 61643-11.

2.4.11 BARRAMENTOS TRIFÁSICOS DE COBRE OU ALUMÍNIO

- Finalidade:

- Utilizados para a condução e distribuição de corrente elétrica em painéis de automação, quadros de distribuição, CCMs, painéis de campo e sistemas de alimentação trifásica. Permitem a interligação segura e padronizada de dispositivos como disjuntores, contadores, transformadores, fontes, inversores e bornes, assegurando uniformidade na distribuição elétrica e facilitando a manutenção e expansão dos sistemas.
- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - Atendem às normas NBR 5410 e NBR 14039 para instalações elétricas de baixa e média tensão, bem como às diretrizes da IEC 61439 para painéis de baixa tensão;
 - Seguem também os critérios da NR-10 quanto à segurança de contatos e distanciamento entre fases e partes energizadas.
- Características Técnicas:
 - Fabricados em cobre eletrolítico ou alumínio com tratamento superficial, com seção transversal dimensionada de acordo com a corrente de operação e a densidade admissível por material. Disponíveis em perfis planos ou perfis laminados com largura e espessura variáveis, conforme projeto, e compatíveis com corrente nominal de até 630 A ou superior;
 - Para aplicação trifásica, são previstos barramentos individuais para cada fase (L1, L2, L3), além de barramento de neutro (N) e terra (PE), devidamente identificados por cor ou gravação. Distância mínima entre barramentos ajustada conforme tensão de operação e fator de isolamento. Temperatura máxima admissível em operação contínua de 90 °C, com elevação térmica compatível com os níveis de carga.
- Construção e Montagem:
 - Instalação sobre suportes isolantes em material autoextinguível com resistência mecânica e térmica. Fixação por parafusos com porca travante, com espaçadores de segurança e terminais apropriados. Barramentos com acabamento polido ou estanhado, conforme exigência técnica e padrão de fabricação. Possibilidade de uso de capas isolantes, escudos e barreiras de separação para proteção contra contato accidental.
- Aplicações Típicas:
 - Distribuição principal de energia em painéis elétricos, alimentação de trilhos de disjuntores modulares, ligação entre compartimentos de potência e comando, sistemas de ligação equipotencial e interligação de cargas trifásicas industriais. Utilizados também para facilitar a instalação de dispositivos de proteção, manobra e medição.
- Documentação e Garantia:
 - Garantia mínima de 12 meses. Fornecidos com memorial de cálculo de corrente, diagrama de montagem, instruções de torque de fixação, recomendação de espaçamento e ficha técnica com propriedades térmicas e elétricas.

2.4.12 BORNES DE ENTRADA DE ENERGIA

- Finalidade:
 - Utilizados para a terminação segura e organizada dos cabos de alimentação nos painéis elétricos, quadros de automação, CCMs e painéis de campo. Permitem a conexão de cabos de energia provenientes da rede externa ao sistema interno do painel, assegurando isolamento, fixação confiável, capacidade de condução de corrente e facilidade de manutenção ou expansão dos circuitos.
- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - Atendem às normas IEC 60947-7-1 para bornes de conexão e NBR 5410 quanto à instalação elétrica de baixa tensão. Seguem ainda os critérios de segurança elétrica da NR-10 e da IEC 60529 no que se refere à proteção contra contatos accidentais.
- Características Técnicas:
 - Bornes de passagem multipolares para montagem em trilho DIN 35 mm, com capacidade de condução compatível com cabos de até 185 mm² ou mais, conforme o projeto. Corrente nominal de

100 A a 400 A, com tensão de isolamento mínima de 690 Vca. Corpo em termoplástico industrial autoextinguível com grau de inflamabilidade V0 e suportes metálicos internos com acabamento estanhado ou niquelado;

- Sistema de fixação por parafuso com mola de pressão ou barra de compressão, garantindo conexão firme mesmo sob vibração. Disponíveis com tampa protetora, identificações laterais e possibilidade de interligação modular com barramentos de distribuição.
- **Construção e Montagem:**
 - Montagem sobre trilho DIN ou base metálica com trilhas isoladas. Disposição trifásica com bornes dedicados para fases, neutro e terra, identificados por padrão de cores ou numeração. Permitem conexão de cabos com terminal olhal ou terminal pré-isolado, respeitando o torque de aperto indicado pelo fabricante. Devem ser instalados em compartimento isolado ou com barreiras de separação em painéis com mais de um nível de tensão.
- **Aplicações Típicas:**
 - Utilizados na entrada geral de painéis elétricos para receber a alimentação principal do sistema, interligar transformadores de comando ou fontes, e distribuir energia aos circuitos internos por meio de disjuntores, contadores ou barramentos. Também aplicáveis à derivação para circuitos auxiliares e sistemas de proteção.
- **Documentação e Garantia:**
 - Garantia mínima de 12 meses. Fornecidos com ficha técnica completa, instruções de montagem, torque de aperto dos terminais, certificação de isolamento e identificação de polos.

2.4.13 DISJUNTOR DE CAIXA MOLDADA

- **Finalidade:**
 - Dispositivo de proteção e manobra utilizado em sistemas de baixa tensão para proteção contra sobrecorrente e curto-circuito em cargas de média e alta potência. Aplicado na entrada principal de painéis de distribuição, automação, CCMs e sistemas de proteção de máquinas e equipamentos industriais, proporcionando seccionamento seguro e capacidade de interrupção elevada.
- **Normas Técnicas Aplicáveis:**
 - Atende às normas IEC 60947-2 para disjuntores de baixa tensão e NBR 5361 para disjuntores termomagnéticos de caixa moldada. Aplicável também segundo NBR 5410 para instalações elétricas de baixa tensão e NR-10 quanto à segurança e acessibilidade dos dispositivos de proteção.
- **Características Técnicas:**
 - Disjuntor termomagnético ou eletrônico com carcaça moldada em material termofixo, disponível nas versões tripolar ou tetrapolar. Corrente nominal ajustável ou fixa de 100 A a 800 A, com tensão de operação até 690 Vca;
 - Capacidade de interrupção (Icu) entre 18 kA e 65 kA, conforme a corrente de curto-circuito prevista na instalação;
 - Modelos com unidade de disparo térmica para proteção contra sobrecarga e magnética ou eletrônica para curto-circuito. Ajustes de sensibilidade e tempo de disparo disponíveis nas versões eletrônicas. Equipado com visor de posição (ligado/desligado/disparo), possibilidade de travamento mecânico e compatibilidade com acessórios como bobinas de abertura, de mínima tensão, contatos auxiliares e motor de acionamento.
- **Construção e Montagem:**
 - Corpo monobloco em termofixo de alta resistência mecânica e térmica. Conexão por parafusos, terminais de engate rápido ou conectores tipo barramento;
 - Montagem em trilha metálica com parafusos ou sistema de engate rápido em trilhos padrão. Disponível com alavanca frontal, acionamento rotativo com prolongador ou comando motorizado remoto. Grau de proteção mínimo IP20, podendo atingir IP40 ou IP54 quando montado em compartimentos fechados.
- **Aplicações Típicas:**

- Proteção principal de painéis elétricos de média potência, disjuntores gerais de quadros de distribuição, proteção de motores de grande porte, transformadores, bancos de capacitores, inversores e sistemas de alimentação de redes industriais. Adequado para ambientes onde se exige maior robustez e confiabilidade na proteção contra falhas elétricas.
- Documentação e Garantia:
 - Garantia mínima de 12 meses. Fornecido com curva de disparo térmico e magnético, manual técnico, instruções de instalação, certificação de capacidade de interrupção e orientações para uso com acessórios opcionais.

2.4.14 QUADRO ELÉTRICO

- Finalidade:
 - Unidade de montagem que reúne dispositivos elétricos de proteção, seccionamento, comando e controle, utilizada em sistemas de distribuição de energia elétrica em baixa tensão. Aplicado em instalações industriais, prediais, saneamento e infraestrutura técnica, servindo como ponto central de conexão e manobra de circuitos elétricos e equipamentos automatizados.
- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - Atende às normas IEC 61439-1 e IEC 61439-2 para conjuntos de manobra e controle de baixa tensão, NBR 5410 para instalações elétricas de baixa tensão, NBR 14039 para coordenação com sistemas de média tensão quando aplicável, NR-10 para segurança em instalações elétricas e NR-12 para segurança em painéis com interação humana.
- Características Técnicas:
 - Construído em chapas de aço carbono ou alumínio com espessura mínima de 1,5 mm, com acabamento em pintura eletrostática epóxi-pó na cor padrão cinza-claro (RAL 7032 ou RAL 7035). Montagem modular com compartimentos distintos para barramentos, dispositivos de proteção e interligação de circuitos;
 - Grau de proteção IP42 para ambientes internos ou IP54/IP65 para ambientes externos ou agressivos, com ventilação natural ou forçada;
 - Barramentos internos em cobre ou alumínio dimensionados conforme a corrente nominal do quadro, com separação física e proteção contra contato acidental;
 - Componentes montados sobre trilhos DIN ou em trilhas metálicas com acesso frontal. Possui identificação funcional, etiqueta de alimentação, simbologia de segurança e possibilidade de bloqueio mecânico de portas;
 - Tensão e Capacidade de Corrente;
 - Projetado para sistemas trifásicos de até 690 Vca, com corrente nominal de até 630 A ou superior conforme aplicação. Compatível com disjuntores de caixa moldada, disjuntores modulares, contadores, relés térmicos, DPS, fontes, CLPs, IHMs e demais dispositivos de automação e proteção.
- Construção e Montagem:
 - Montagem de sobrepor, embutir ou fixação em piso, com portas articuladas, venezianas de ventilação, ferragens com fecho tipo lingueta e chave. Interior compartimentado com painéis removíveis para acesso à fiação. Entrada e saída de cabos por dutos técnicos ou prensa-cabos, com terminais apropriados para conexão. Aterramento da estrutura conforme NBR 5410 e interligação à malha equipotencial da instalação.
- Aplicações Típicas:
 - Distribuição de circuitos de força e comando em ambientes industriais, painéis de comando de motores, quadros de bombas, painéis de automação de processos, centros de carga e painéis auxiliares em unidades de saneamento, prédios técnicos e infraestrutura crítica.
- Documentação e Garantia:
 - Garantia mínima de 12 meses. Fornecido com projeto elétrico, diagrama unifilar, lista de componentes, identificação funcional de dispositivos, instruções de instalação e manutenção, e certificado de conformidade com normas técnicas aplicáveis.

2.4.15 MINI DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO

- Finalidade:
 - Dispositivo de proteção contra sobrecarga e curto-circuito em circuitos de baixa corrente, utilizado em quadros de distribuição, painéis de automação, comandos auxiliares, circuitos de iluminação e tomadas técnicas. Aplicado na proteção de circuitos individuais ou ramais secundários de alimentação, garantindo a interrupção segura e seletiva em sistemas de baixa tensão.
- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - Atende às normas IEC 60898 e IEC 60947-2 para disjuntores de baixa tensão, bem como à NBR 5410 para instalações elétricas de baixa tensão e NR-10 no que se refere à segurança em sistemas de distribuição e painéis elétricos.
- Características Técnicas:
 - Disjuntor unipolar, bipolar, tripolar ou tetrapolar, com corrente nominal de 0,5 A até 63 A. Tensão nominal de operação até 240/415 Vca. Curvas de disparo tipo B (iluminação e cargas lineares), tipo C (cargas mistas e motores) ou tipo D (cargas com alto pico de partida). Capacidade de interrupção típica de 3 kA a 10 kA, conforme modelo e aplicação. Elemento térmico bimetálico para proteção contra sobrecarga e elemento magnético para atuação rápida em curto-circuito;
 - Tempo de resposta compatível com proteção de cargas sensíveis e seletividade com disjuntores superiores.
- Construção e Montagem:
 - Montagem em trilho DIN 35 mm, com fixação por presilhas de engate rápido;
 - Carcaça em termoplástico autoextinguível com visor de status de operação;
 - Bornes de conexão com parafusos de torque controlado, compatíveis com cabos de até 25 mm². Grau de proteção IP20, podendo atingir IP40 ou IP54 conforme o painel onde está instalado. Compatível com acessórios como contatos auxiliares, disparo por mínima tensão, bobina de desligamento e barramento tipo pente.
- Aplicações Típicas:
 - Proteção de circuitos de iluminação, tomadas técnicas, fontes, circuitos de controle, sistemas de ventilação, alarmes, CLPs, interfaces homem-máquina e cargas sensíveis. Utilizado em painéis de campo, quadros de distribuição residenciais e industriais, quadros auxiliares de automação e CCMs.
- Documentação e Garantia:
 - Garantia mínima de 12 meses. Fornecido com curva característica de atuação, torque recomendado para bornes, instruções de instalação, ficha técnica e certificação conforme normas técnicas vigentes.

2.4.16 DISJUNTOR MOTOR

- Finalidade:
 - Dispositivo de proteção termomagnética projetado especificamente para a proteção de motores elétricos trifásicos contra sobrecarga, curto-circuito e falhas de fase. Atua também como seccionador e dispositivo de manobra local, sendo instalado em centros de controle de motores (CCMs), painéis de comando, chaves de partida direta, reversora ou estrela-triângulo.
- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - Atende às normas IEC 60947-2 e IEC 60947-4-1 para disjuntores e contadores de baixa tensão, além de NBR 5410 para instalações elétricas de baixa tensão e NR-10 para segurança em painéis e comandos elétricos.
- Características Técnicas:
 - Disjuntor tripolar com ajuste de corrente nominal compatível com o motor a ser protegido, geralmente entre 0,1 A e 100 A, conforme modelo. Tensão nominal de operação até 690 Vca. Unidade de disparo térmico ajustável para sobrecarga e elemento magnético fixo ou ajustável para proteção contra curto-circuito;
 - Curvas de atuação específicas para motores, com proteção contra perda de fase incorporada;

- Capacidade de interrupção típica de 10 kA a 50 kA conforme a aplicação. Permite manobra local com acionamento frontal e bloqueio por cadeado. Pode ser combinado com contadores e relés de interface em montagens compactas ou modulares.
- Construção e Montagem:
 - Corpo em termoplástico de alta rigidez e resistência térmica, com visor de indicação de status (ligado, desligado, disparado). Montagem sobre trilho DIN ou por parafusos em calhas metálicas. Conexões por bornes com parafusos de torque controlado, adequados para cabos com terminais ou barramentos. Grau de proteção IP20 ou superior quando instalado em painéis com fechamento adequado.
- Aplicações Típicas:
 - Proteção e comando de motores trifásicos de bombas, ventiladores, compressores, agitadores, transportadores, sopradores e demais cargas rotativas. Utilizado também em sistemas de automação industrial, unidades de saneamento, HVAC e aplicações de processo contínuo ou intermitente.
- Documentação e Garantia:
 - Garantia mínima de 12 meses. Fornecido com curva de disparo térmico e magnético, instruções de instalação, identificação de terminais e ajustes, ficha técnica e certificação de conformidade com normas técnicas vigentes.

2.4.17 RELÉ FALTA DE FASE

- Finalidade:
 - Dispositivo de proteção utilizado para detectar a ausência de uma ou mais fases em sistemas trifásicos, atuando preventivamente no desligamento de motores e equipamentos sensíveis. Aplicado em painéis de automação, CCMs, quadros de comando de bombas e sistemas de proteção elétrica, evitando danos por funcionamento monofásico, desequilíbrio ou sequência incorreta de fases.
- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - Atende às normas IEC 60255 para relés elétricos de proteção e automação, IEC 60947-5-1 para dispositivos de comando e NBR 5410 para instalações elétricas de baixa tensão. Considera os requisitos de segurança da NR-10 em painéis de comando e distribuição.
- Características Técnicas:
 - Relé eletrônico com detecção de ausência, sequência incorreta ou assimetria de fases. Tensão de operação típica entre 208 Vca e 480 Vca, com faixas ajustáveis conforme modelo. Tempo de resposta inferior a 500 ms, com retardo ajustável para imunidade a oscilações transitórias. Fornecido com saída a relé NA/NF para intertravamento com contadores, CLPs ou sistemas de alarme. Modelos com sinalização visual por LEDs ou visor frontal indicando condição normal ou falha.
- Construção e Montagem:
 - Montagem em trilho DIN 35 mm, corpo em termoplástico autoextinguível, grau de proteção IP20 ou superior quando instalado em painel. Conexões por bornes de parafuso com identificação clara das entradas de fase e saída de relé. Ajustes frontais acessíveis, com lacre ou trava opcional para bloqueio de parâmetros em instalações críticas.
- Aplicações Típicas:
 - Proteção de motores elétricos trifásicos em bombas, ventiladores, sopradores, compressores, elevadores e sistemas rotativos em geral. Utilizado em sistemas de automação industrial, saneamento, HVAC e painéis de controle de cargas essenciais, evitando a queima de motores por funcionamento com fase ausente.
- Documentação e Garantia:
 - Garantia mínima de 12 meses. Fornecido com esquema de ligação elétrica, manual de configuração, certificação de desempenho e tabela de compatibilidade com tensões de linha.

2.4.18 RELÉ DE TEMPERATURA (PT100 OU TERMISTORES)

- **Finalidade:**
 - Dispositivo de proteção e controle utilizado para monitorar a temperatura de motores elétricos, transformadores, painéis, mancais ou equipamentos industriais por meio de sensores térmicos. Atua desligando a carga ou sinalizando condição de alarme sempre que a temperatura ultrapassar o limite configurado. Aplicado em painéis de automação, CCMs, sistemas de bombeamento e equipamentos sujeitos ao superaquecimento.
- **Normas Técnicas Aplicáveis:**
 - Atende às normas IEC 60255 para relés de proteção e IEC 60751 para sensores PT100. Aplicável também segundo a NBR 5410 para instalações de baixa tensão e conforme os critérios da NR-10 para segurança em sistemas de proteção elétrica.
- **Características Técnicas:**
 - Relé eletrônico com entradas para sensores tipo PT100 (resistência de platina) ou termistores PTC/NTC. Faixa de medição típica entre -50 °C e +200 °C para PT100 e limites fixos conforme característica do termistor. Configuração por teclas frontais ou potenciômetro, com valores de disparo ajustáveis e histerese programável. Modelos com até seis canais de entrada e funções de alarme, pré-alarme e desligamento;
 - Saídas a relé com contatos NA e NF para intertravamento, sinalização ou atuação de cargas. Modelos com visor digital de temperatura, LEDs indicadores de estado e memória de falhas. Tensão de alimentação entre 24 Vcc e 230 Vca, conforme modelo.
- **Construção e Montagem:**
 - Montagem em trilho DIN 35 mm. Corpo em termoplástico autoextinguível, grau de proteção IP20 ou superior. Bornes com parafusos de torque controlado ou bornes de engate rápido. Etiqueta para identificação dos canais de entrada e saídas de alarme.
- **Aplicações Típicas:**
 - Proteção térmica de motores com sensores embutidos, ventiladores, transformadores, mancais de bombas, geradores, fornos, sistemas de aquecimento e equipamentos com controle térmico integrado. Também utilizado para desligamento preventivo de cargas críticas em sistemas industriais e infraestrutura técnica.
- **Documentação e Garantia:**
 - Garantia mínima de 12 meses. Fornecido com manual técnico, curva de resposta por tipo de sensor, diagrama de ligação elétrica, tabela de ajustes e certificado de conformidade com normas aplicáveis.

2.4.19 CONTATOR AUXILIAR

- **Finalidade:**
 - Dispositivo eletromecânico utilizado para comutação de sinais em circuitos de controle, comando, intertravamento e sinalização, sem manobra direta de cargas de potência. Aplicado em painéis de automação, CCMs, quadros de comando e sistemas de controle lógico, atuando como interface entre botoeiras, relés, CLPs, temporizadores e demais dispositivos de controle.
- **Normas Técnicas Aplicáveis:**
 - Atende às normas IEC 60947-5-1 para dispositivos de comando e IEC 60947-1 para requisitos gerais de manobra. Aplicável também conforme NBR 5410 para instalações de baixa tensão e NR-10 para segurança funcional e acesso a comandos elétricos.
- **Características Técnicas:**
 - Contator de uso auxiliar, disponível em versões com até 4 contatos (NA e NF), configuráveis conforme a lógica do circuito. Bobina de acionamento com tensão de 24 Vcc, 110 Vca, 220 Vca, 380 Vca ou conforme projeto. Capacidade nominal de comutação em corrente até 10 A para cargas resistivas e 3 A para cargas indutivas em 250 Vca. Vida útil elétrica superior a 1 milhão de manobras e vida mecânica superior a 10 milhões de ciclos;
 - Compatível com aplicações de sinalização de status, retenção de comandos, intertravamento de motores e ativação de circuitos auxiliares.

- **Construção e Montagem:**
 - Montagem em trilho DIN 35 mm ou acoplado frontalmente a contadores principais (em modelos compatíveis). Corpo em termoplástico de alta rigidez, com grau de proteção IP20. Bornes de conexão com parafusos ou terminais de pressão, identificados individualmente. Acionamento mecânico silencioso, com indicador de estado (ligado/desligado) opcional no visor frontal.
- **Aplicações Típicas:**
 - Utilizado em circuitos de intertravamento de partida de motores, sinalização de estado em painéis, retenção de comandos por botoeiras, interface entre lógica manual e automática, comutação de sistemas de alarme, supervisão e interface homem-máquina. Indispensável em esquemas de controle com lógica reversível ou multifunções.
- **Documentação e Garantia:**
 - Garantia mínima de 12 meses. Fornecido com manual técnico, esquema de ligação, curva de durabilidade elétrica e mecânica e certificação de conformidade com normas técnicas vigentes.

2.4.20 RELÉ DE INTERFACE

- **Finalidade:**
 - Dispositivo utilizado para intermediar sinais de controle entre diferentes níveis de tensão ou tipos de circuitos, garantindo isolamento galvânico, amplificação ou comutação de cargas auxiliares. Aplicado em painéis de automação, sistemas com CLPs, IHMs, sensores, relés, botoeiras e módulos de saída de equipamentos de controle, protegendo os circuitos eletrônicos e assegurando maior confiabilidade nos acionamentos.
- **Normas Técnicas Aplicáveis:**
 - Atende às normas IEC 60947-5-1 para dispositivos eletromecânicos de comando e IEC 60664-1 para coordenação de isolamento. Em conformidade com NBR 5410 para instalações elétricas de baixa tensão e NR-10 no que diz respeito à segurança funcional e proteção de circuitos.
- **Características Técnicas:**
 - Relé compacto com bobina de comando em tensões de 12 Vcc, 24 Vcc, 48 Vcc, 110 Vca ou 220 Vca, com tempo de atuação rápido (≤ 10 ms). Saída com um ou dois contatos reversíveis (NA/NF), com capacidade de comutação de até 6 A em 250 Vca ou 5 A em 30 Vcc. Modelos com LED de indicação de estado, proteção contra surtos na bobina e diodo de roda livre em relés de corrente contínua;
 - Disponível também em versões com optoacoplador para comutação sem contato mecânico.
- **Construção e Montagem:**
 - Montagem em trilho DIN 35 mm, com base padrão para substituição rápida do relé (modelo plugável). Corpo em termoplástico autoextinguível, grau de proteção IP20. Conexões por bornes a parafuso ou terminais push-in. Compatível com etiquetas de identificação e blocos de distribuição modular. Pode incluir separação física de canais e travamento mecânico opcional para segurança adicional.
- **Aplicações Típicas:**
 - Isolamento de saídas digitais de CLPs, adaptação de tensão entre módulos de controle e cargas, comutação de sinais de sensores, repetição de comandos de botoeiras e acionamento de elementos de sinalização ou intertravamento;
 - Utilizado amplamente em automação industrial, saneamento, controle predial, sistemas HVAC, e infraestrutura técnica distribuída.
- **Documentação e Garantia:**
 - Garantia mínima de 12 meses. Fornecido com manual técnico, especificações elétricas, esquema de ligação, instruções de instalação e certificação de conformidade com normas técnicas vigentes.

2.4.21 BOTÃO DE PARTIDA E PARADA

- **Finalidade:**

- Dispositivo de acionamento manual utilizado para iniciar ou interromper o funcionamento de máquinas, motores ou sistemas automatizados por meio de circuitos de comando. Aplicado em painéis de automação, quadros de comando de bombas, ventiladores, compressores e estações de trabalho, permitindo controle direto ou via interligação com contatores e CLPs.
- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - Atende às normas IEC 60947-5-1 para dispositivos de comando eletromecânicos e NBR 14136 quanto à segurança de acionamento manual. Em conformidade com NBR 5410 para instalações elétricas de baixa tensão e com a NR-10 para identificação e acessibilidade de comandos.
- Características Técnicas:
 - Composto por dois dispositivos distintos: botão de partida (normalmente aberto) e botão de parada (normalmente fechado). Tensão de operação típica de 24 Vcc até 250 Vca, conforme o circuito de comando. Capacidade de comutação de até 6 A em 250 Vca;
 - Disponível em versões momentâneas ou com retenção, com atuação suave, retorno por mola e compatibilidade com blocos de contatos auxiliares adicionais. Botão de partida geralmente identificado na cor verde e botão de parada na cor vermelha, conforme padrão internacional.
- Construção e Montagem:
 - Montagem frontal em painéis com furação padrão 22 mm ou 30 mm, corpo em termoplástico ou liga metálica com grau de proteção IP65 ou superior para aplicações externas ou úmidas. Módulos compostos por cabeçote, bloco de contato e suporte de fixação com engate rápido. Terminal de conexão com parafuso ou tipo push-in;
 - Opções com iluminação (botões luminosos) e blocos reversíveis NA/NF conforme necessidade de projeto.
- Aplicações Típicas:
 - Comando local de motores em partidas diretas ou reversoras, acionamento de sistemas de bombeamento, ventilação e aquecimento, sinalização de status operacional, parada de emergência técnica (não substituindo botoeira de emergência NR-12) e integração com sistemas lógicos de automação.
- Documentação e Garantia:
 - Garantia mínima de 12 meses. Fornecido com manual de instalação, diagrama de ligação, especificação elétrica dos contatos, grau de proteção e certificação de conformidade com normas técnicas vigentes.

2.4.22 CHAVE SELETORA

- Finalidade:
 - Dispositivo de comutação manual utilizado para selecionar diferentes estados de operação em circuitos de comando e controle, como modos automático/manual, liga/desliga, reversão de motores, seleção de bombas ou alternância entre funções de um sistema. Aplicada em painéis de automação, CCMs e quadros de comando para permitir a interação direta do operador com o sistema de controle.
- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - Atende às normas IEC 60947-5-1 para dispositivos de manobra eletromecânicos e NBR 5410 para instalações elétricas de baixa tensão. Em conformidade com a NR-10 para segurança em comandos manuais e identificação de funções.
- Características Técnicas:
 - Chave rotativa com posições de comutação fixas, geralmente disponíveis em versões de 2 ou 3 posições (por exemplo: 0-1, 1-0-2, AUTO-0-MAN). Contatos elétricos configuráveis como normalmente abertos (NA), normalmente fechados (NF) ou mistos, com capacidade de comutação de até 6 A em 250 Vca;

- Possui atuação suave com mecanismo de retenção ou retorno por mola em uma das posições, conforme necessidade da aplicação. Identificação frontal com gravação ou etiquetas substituíveis indicando a função de cada posição.
- **Construção e Montagem:**
 - Montagem frontal em painel com furação padrão de 22 mm ou 30 mm. Corpo e cabeçote em termoplástico ou liga metálica com grau de proteção IP65 ou superior. Fixação por porca frontal, com blocos de contatos modulares montados na parte traseira. Conexões por parafusos ou terminais push-in;
 - Modelos disponíveis com alavanca curta ou longa, com possibilidade de bloqueio por cadeado em uma ou mais posições.
- **Aplicações Típicas:**
 - Seleção de modo de operação em sistemas automáticos, escolha de bombas ou ventiladores redundantes, reversão de motores em painéis de partida, ativação seletiva de funções específicas, liberação de comandos ou seleção de zonas de atuação em sistemas supervisionados por CLPs.
- **Documentação e Garantia:**
 - Garantia mínima de 12 meses. Fornecida com manual técnico, esquema de contatos, tabela de codificação das posições, grau de proteção, torque de fixação e certificação de conformidade com normas técnicas vigentes.

2.4.23 BOTOEIRA DE EMERGÊNCIA

- **Finalidade:**
 - Dispositivo de segurança utilizado para a interrupção imediata e manual da operação de máquinas, motores ou sistemas automatizados em emergências, visando à proteção de pessoas, equipamentos e processos. Aplicada em painéis de automação, máquinas industriais, linhas de produção, estações de bombeamento e qualquer sistema sujeito a risco operacional, atendendo aos requisitos de parada de emergência da NR-12.
- **Normas Técnicas Aplicáveis:**
 - Atende às normas IEC 60947-5-1 e IEC 60947-5-5 para dispositivos de parada de emergência com acionamento por pressão. Em conformidade com a NBR 5410 para instalações de baixa tensão, NR-10 para segurança elétrica e NR-12 para proteção de máquinas e equipamentos.
- **Características Técnicas:**
 - Botoeira de atuação por pressão com bloqueio mecânico e rearme manual por rotação ou tração. Corpo com botão tipo cogumelo de grande diâmetro (mínimo 40 mm), na cor vermelha, instalado sobre fundo amarelo, conforme exigência normativa;
 - Contato normalmente fechado (NF) de abertura positiva, garantindo a ruptura segura da corrente de comando mesmo com falha mecânica. Capacidade de comutação de até 6 A em 250 Vca. Disponível com contatos auxiliares adicionais NA e NF. Tempo de resposta imediato e resistência a impactos e vibrações.
- **Construção e Montagem:**
 - Montagem em painéis com furação padrão de 22 mm ou 30 mm. Corpo em termoplástico industrial de alta resistência, com grau de proteção IP65 ou superior. Fixação por porca frontal com sistema de engate dos blocos de contato na parte traseira. Pode ser fornecida com base para montagem em coluna ou em caixa de sobrepor. Modelos com sinalização mecânica de acionamento e possibilidade de travamento com cadeado.
- **Aplicações Típicas:**
 - Parada de emergência de motores, compressores, bombas, prensas, ventiladores e sistemas automatizados em ambientes industriais, unidades de saneamento, linhas de montagem, laboratórios e estações de controle técnico. Utilizada para atender aos requisitos obrigatórios de segurança funcional e operação em caso de risco iminente.
- **Documentação e Garantia:**

- Garantia mínima de 12 meses. Fornecida com manual técnico, instruções de montagem, esquema de contatos, indicação clara de função, conformidade com normas de segurança e identificação de torque de fixação dos terminais.

2.4.24 SINALEIROS

- Finalidade:
 - Dispositivos de sinalização luminosa utilizados para indicar visualmente o estado de funcionamento, falha, energização ou condições específicas de operação de máquinas, painéis e sistemas de automação. Aplicados em painéis elétricos, quadros de comando, centros de controle de motores (CCMs) e sistemas de supervisão local para facilitar o diagnóstico e a operação dos equipamentos.
- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - Atende às normas IEC 60947-5-1 para dispositivos de comando e sinalização e IEC 60073 para codificação por cores. Em conformidade com a NBR 5410 para instalações elétricas de baixa tensão e NR-10 quanto à sinalização de condições operacionais e segurança.
- Características Técnicas:
 - Sinais com alimentação típica de 24 Vcc, 110 Vca ou 220 Vca, conforme a fonte disponível no circuito de comando. Montagem frontal em orifício padrão de 22 mm ou 30 mm. Equipados com LEDs de alta intensidade e longa vida útil, com baixo consumo e visibilidade em ambientes iluminados;
 - Cores disponíveis conforme padrão internacional: vermelho (falha ou parada), verde (operação normal), amarelo (atenção ou pré-alarme), azul (modo manual ou remoto), branco (alimentação ativa ou função especial). Disponíveis com lentes planas ou curvas, com difusores translúcidos ou cristalinos.
- Construção e Montagem:
 - Corpo em termoplástico autoextinguível ou liga metálica, com grau de proteção IP65 ou superior no painel. Conexões por bornes a parafuso ou terminais push-in. Fixação por porca frontal, com sistema de engate rápido para substituição da lâmpada em modelos com soquete. Resistentes a vibração e ambientes industriais agressivos.
- Aplicações Típicas:
 - Indicação de status de motores, bombas, ventiladores, inversores, fontes, CLPs, sistemas supervisionados ou módulos de comunicação. Utilizados também para sinalizar permissivos, alarmes, comandos habilitados, intertravamentos e condições de falha em sistemas de automação predial, industrial ou de infraestrutura.
- Documentação e Garantia:
 - Garantia mínima de 12 meses. Fornecidos com manual técnico, especificação elétrica, instruções de montagem, identificação de cores e função, além de certificação de conformidade com normas técnicas vigentes.

2.4.25 TOMADA DE SERVIÇO 32 A

- Finalidade:
 - Dispositivo de conexão elétrica utilizado para fornecer alimentação temporária ou permanente a ferramentas, equipamentos de manutenção e instrumentos de medição em áreas técnicas, painéis elétricos, casas de máquinas, unidades de tratamento e quadros de comando. Aplicada para facilitar a realização de serviços técnicos com segurança, sem a necessidade de intervenções diretas no circuito principal.
- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - Atende às normas IEC 60309 para tomadas industriais de uso geral e NBR 5410 para instalações elétricas de baixa tensão. Em conformidade com NR-10 quanto ao fornecimento de ponto de energia seguro para manutenção e intervenções em painéis e equipamentos.

- **Características Técnicas:**
 - Tomada industrial com corrente nominal de 32 A, disponível nas versões monofásica (2P+T) ou trifásica (3P+T ou 3P+N+T), conforme o sistema de alimentação. Tensão de operação de 220 Vca ou 380/400 Vca. Pino de aterramento centralizado e polarização mecânica que impede conexões indevidas. Grau de proteção mínimo IP44 para ambientes internos e IP67 para aplicações externas, úmidas ou sujeitas a jatos d'água.
- **Construção e Montagem:**
 - Base de embutir ou sobrepor com tampa articulada, corpo em termoplástico de alta resistência mecânica, térmica e química. Contatos internos de liga metálica tratada, com mola de pressão para melhor condução elétrica e resistência à fadiga. Fixação por parafusos em painel metálico, parede técnica ou em caixa de derivação. Opcionalmente fornecida com disjuntor exclusivo de proteção e identificação visual da capacidade de corrente.
- **Aplicações Típicas:**
 - Alimentação de ferramentas elétricas, iluminação provisória, instrumentos de ensaio, ventiladores auxiliares, aspiradores industriais e estações móveis de manutenção. Instalada em painéis de automação, casas de bombas, elevatórias, laboratórios, ETEs e locais que exigem ponto de energia controlado e seguro.
- **Documentação e Garantia:**
 - Garantia mínima de 12 meses. Fornecida com manual técnico, diagrama de ligação, certificação de conformidade com normas técnicas, torque de aperto dos terminais e recomendações de montagem conforme grau de proteção exigido.

2.4.26 ILUMINAÇÃO INTERNA DO PAINEL

- **Finalidade:**
 - Dispositivo de iluminação utilizado no interior de painéis elétricos, quadros de automação, CCMs, centros de medição e painéis técnicos, permitindo a visualização clara e segura dos componentes e conexões durante inspeções, manutenções e intervenções operacionais. Aplicada para garantir segurança e ergonomia em ambientes com baixa luminosidade, conforme orientações de boas práticas em instalações elétricas.
- **Normas Técnicas Aplicáveis:**
 - Atende às normas IEC 60598-1 para luminárias e IEC 61439 para painéis elétricos de baixa tensão. Em conformidade com NBR 5410 para instalações elétricas de baixa tensão e NR-10 quanto à segurança e visibilidade adequada em intervenções internas em painéis.
- **Características Técnicas:**
 - Luminária linear ou compacta com tecnologia LED de alta eficiência, com fluxo luminoso entre 300 e 600 lúmens, temperatura de cor branca neutra ou fria (4000 a 6500 K) e consumo reduzido (menor que 10 W). Alimentação em 24 Vcc ou 220 Vca, conforme o circuito interno do painel. Acionamento por interruptor com isolamento dielétrico, por sensor de presença ou botão com cobertura em material plástico isolante;
 - Vida útil superior a 30.000 horas, com sistema de dissipação térmica embutido e proteção contra surtos. Não emite calor significativo, nem radiação UV. Opções com soquete para alimentação auxiliar (tomada técnica 10 A) integrada à estrutura.
- **Construção e Montagem:**
 - Corpo em material termoplástico ou policarbonato autoextinguível, totalmente isolante, inclusive nas superfícies de acionamento. Grau de proteção IP20 ou superior, adequado para uso em ambientes internos e protegido contra toques acidentais. Montagem por cliques metálicos, trilho DIN ou parafusos laterais;
 - Fornecida com cabos e conectores para ligação rápida ao circuito de comando ou borne de serviço.
- **Aplicações Típicas:**

- Iluminação interna de painéis de automação, quadros elétricos de distribuição, CCMs, painéis de medição, abrigos técnicos e racks de telecomunicação. Essencial em sistemas instalados em locais com baixa luminosidade natural, como casas de bombas, subestações compactas e unidades de campo.
- Documentação e Garantia:
 - Garantia mínima de 12 meses. Fornecida com manual de instalação, ficha técnica com dados fotométricos, diagrama de ligação, instruções de fixação e certificação de conformidade com as normas técnicas aplicáveis.

2.4.27 TERMOSTATO

- Finalidade:
 - Dispositivo utilizado para monitorar e controlar a temperatura interna de painéis elétricos, quadros de automação, CCMs e racks técnicos, atuando na comutação de exaustores, aquecedores ou alarmes. Aplicado para manter condições térmicas adequadas aos componentes internos, prevenindo condensação, falhas por sobreaquecimento e garantindo a vida útil dos equipamentos instalados.
- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - Atende às normas IEC 60730 para dispositivos automáticos de controle elétrico e IEC 60068 para testes de temperatura. Em conformidade com a NBR 5410 para instalações elétricas de baixa tensão e os critérios de segurança da NR-10 quanto ao controle ambiental de painéis energizados.
- Características Técnicas:
 - Termostato bimetalico ou eletrônico com faixa de ajuste entre 0 °C e 60 °C, com diferencial de histerese típico entre 5 °C e 10 °C. Contato de saída tipo NA ou NF, com capacidade de comutação de até 10 A em 250 Vca. Modelos disponíveis com sinalização por LED, botão de ajuste frontal e visor de temperatura, conforme a aplicação;
 - Permite controle direto de ventiladores, resistências de aquecimento, alarmes ou relés de interface. Componente de alta precisão e longa vida útil, com resposta rápida às variações térmicas do ambiente interno do painel.
- Construção e Montagem:
 - Montagem em trilho DIN 35 mm ou por fixação direta com parafusos. Corpo em termoplástico autoextinguível com grau de proteção IP20 ou superior. Ajuste de temperatura por botão giratório protegido e bornes de conexão por parafuso;
 - Modelos eletrônicos com sensor integrado ou remoto com cabo.
- Aplicações Típicas:
 - Controle térmico em painéis que contenham fontes, inversores, CLPs, soft starters, IHMs e dispositivos sensíveis à temperatura. Utilizado em ambientes com variações térmicas, exposição solar ou presença de umidade, especialmente em unidades técnicas de campo, subestações, ETes, ETAs e casas de máquinas.
- Documentação e Garantia:
 - Garantia mínima de 12 meses. Fornecido com manual técnico, faixa de ajuste, esquema de ligação elétrica, curva de atuação e certificação de conformidade com normas técnicas vigentes.

2.4.28 PLACA DE MONTAGEM INTERNA DO PAINEL

- Finalidade:
 - Elemento estrutural utilizado para fixação e organização dos dispositivos elétricos e eletrônicos no interior de painéis de automação, distribuição, CCMs e quadros técnicos. Serve como base para a instalação de trilhos DIN, calhas, contadores, disjuntores, relés, bornes e demais componentes, garantindo acessibilidade, rigidez mecânica e organização dos circuitos.
- Normas Técnicas Aplicáveis:

- Atende aos requisitos das normas IEC 61439 para conjuntos de manobra e controle de baixa tensão e NBR 5410 quanto à disposição de componentes em instalações elétricas de baixa tensão. Considera ainda os critérios de segurança e ergonomia definidos pela NR-10 para painéis energizados.
- **Características Técnicas:**
 - Placa plana fabricada em chapa de aço carbono com espessura mínima de 1,5 mm ou alumínio com espessura proporcional, com acabamento em pintura epóxi-pó na cor branca ou galvanização eletrolítica, conforme especificação do projeto. Dimensões conforme o painel, com furação ou perfuração universal para fixação de componentes;
 - Alta resistência mecânica à torção e vibração. Permite o uso de trilhos DIN, suportes modulares, parafusos autoatarraxantes ou porcas rebitas, possibilitando montagem frontal e acessível de todos os dispositivos.
- **Construção e Montagem:**
 - Montada internamente na estrutura do painel por colunas ou suportes metálicos com parafusos de fixação, permitindo fácil remoção ou substituição. Deve ser dimensionada de forma a garantir espaço livre adequado entre os dispositivos e entre a placa e a porta ou tampa do painel, respeitando os requisitos de dissipação térmica e manutenção;
 - Disponível em versões lisas ou perfuradas, com cantos arredondados e bordas sem rebarbas, garantindo segurança no manuseio e na instalação.
- **Aplicações Típicas:**
 - Montagem de sistemas de comando e proteção em painéis de motores, painéis de bombeamento, painéis de medição, quadros auxiliares, sistemas de controle remoto, automação predial, industrial ou saneamento. Utilizada também em racks técnicos e estruturas de equipamentos eletrônicos modulares.
- **Documentação e Garantia:**
 - Garantia mínima de 12 meses. Fornecida com ficha técnica de dimensões, carga admissível, tipo de material e acabamento, instruções de montagem e compatibilidade com os suportes estruturais do painel.

2.4.29 TRILHO DIN

- **Finalidade:**
 - Elemento de fixação padronizado utilizado para montagem de dispositivos modulares em painéis elétricos, quadros de automação, CCMs e sistemas de controle. Serve como suporte para disjuntores, contadores, relés, bornes, temporizadores, fontes e demais componentes elétricos e eletrônicos, permitindo montagem rápida, segura e com possibilidade de reorganização dos elementos internos.
- **Normas Técnicas Aplicáveis:**
 - Atende à norma IEC 60715 que padroniza os perfis e dimensões de trilhos metálicos para montagem de equipamentos elétricos. Em conformidade com as exigências da NBR 5410 para instalações de baixa tensão e com os critérios da NR-10 para organização e segurança em painéis elétricos.
- **Características Técnicas:**
 - Perfil metálico fabricado em aço galvanizado, aço inox ou alumínio, com alta resistência à corrosão e à torção. Formato padrão tipo simétrico (35 mm, também conhecido como trilho DIN 35) ou miniatura (15 mm), com altura nominal de 7,5 mm ou 15 mm, conforme aplicação. Comprimentos fornecidos conforme o projeto, geralmente entre 200 mm e 2000 mm. Espessura mínima de 1 mm, compatível com dispositivos de engate rápido;
 - Proporciona fixação estável para dispositivos modulares e permite fácil substituição, manutenção e ampliação do sistema elétrico interno.
- **Construção e Montagem:**
 - Fixado diretamente na placa de montagem do painel por parafusos ou suportes deslizantes, com ou sem espaçadores, conforme a distribuição dos componentes. Permite montagem em série, horizontal

ou vertical, mantendo alinhamento e rigidez. Bordas rebatidas e perfis padronizados garantem compatibilidade com a maioria dos dispositivos eletromecânicos e eletrônicos do mercado.

- Aplicações Típicas:
 - Instalação de disjuntores modulares, relés de interface, temporizadores, fontes chaveadas, bornes de passagem, contadores, relés de proteção e módulos de comunicação em painéis de automação, quadros de comando, centros de controle de motores, sistemas prediais e unidades de saneamento.
- Documentação e Garantia:
 - Garantia mínima de 12 meses. Fornecido com ficha técnica contendo dimensões do perfil, tipo de material, carga admissível por metro linear, recomendações de montagem e conformidade com norma IEC 60715.

2.4.30 CANALETAS PLÁSTICAS COM TAMPA

- Finalidade:
 - Utilizadas para conduzir, organizar e proteger os cabos de sinal, comando e potência no interior de painéis elétricos, quadros de automação e sistemas de controle. Facilitam a identificação, manutenção e expansão dos circuitos internos, garantindo o isolamento físico entre os condutores e a estética da instalação.
- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - Atende às normas IEC 61439 para painéis elétricos e NBR 5410 quanto à organização de condutores em instalações de baixa tensão. Em conformidade com as exigências da NR-10 no que diz respeito à segurança, separação de circuitos e acessibilidade para manutenção.
- Características Técnicas:
 - Fabricadas em PVC rígido autoextinguível, com elevada resistência dielétrica, térmica e mecânica. Disponíveis em diferentes seções (altura x largura), com dimensões típicas como 40×40 mm, 60×60 mm, 80×80 mm, entre outras, conforme a densidade de cabos. Cor padrão cinza claro (RAL 7035), com resistência à radiação UV e à propagação de chamas;
 - A tampa é encaixável por pressão, removível sem necessidade de ferramentas, garantindo acesso rápido ao interior. Laterais com ranhuras pré-cortadas (dedos) que permitem a saída dos cabos e facilitam a organização por níveis ou funções.
- Construção e Montagem:
 - Instaladas sobre a placa de montagem ou diretamente na estrutura do painel com parafusos ou fita dupla face industrial. Permitem corte e adaptação no local da instalação. Podem ser montadas em paralelo, em diferentes níveis ou ao redor de dispositivos. A tampa garante fechamento firme, protegendo contra poeira e contato acidental com os condutores;
 - Modelos com base perfurada ou lisa, com furos para escoamento de calor ou líquidos, conforme a aplicação.
- Aplicações Típicas:
 - Utilizadas na organização de fiação em painéis de CLPs, IHMs, disjuntores, fontes, relés, sistemas de proteção, bornes e demais dispositivos modulares. Também aplicadas em quadros de comando de bombas, painéis de ventilação, automação predial e saneamento.
- Documentação e Garantia:
 - Garantia mínima de 12 meses. Fornecidas com especificação de material, dimensões, grau de inflamabilidade, instruções de montagem e certificação de conformidade com normas de segurança e desempenho.

2.4.31 PRENSA CABOS INDUSTRIAIS

- Finalidade:
 - Dispositivo utilizado para realizar a vedação, fixação e alívio de tração de cabos elétricos na entrada de painéis, caixas de derivação, motores, instrumentos e equipamentos industriais. Garante a

proteção mecânica do cabo, evita a entrada de poeira, umidade e substâncias químicas, além de preservar o grau de proteção do invólucro onde é instalado.

- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - Atende às normas IEC 62444 para prensa-cabos e IEC 60529 quanto aos graus de proteção (IP). Em conformidade com a NBR 5410 para instalações elétricas de baixa tensão e com as diretrizes da NR-10 sobre segurança em sistemas elétricos energizados.
- Características Técnicas:
 - Fabricados em poliamida (PA6), latão niquelado, aço inox ou outros materiais resistentes à corrosão, com anel de vedação em borracha nitrílica (NBR), EPDM ou silicone. Disponíveis nos tamanhos M12 a M63, PG7 a PG48, ou em medidas NPT, compatíveis com cabos de 3 mm até 44 mm de diâmetro;
 - Grau de proteção mínimo IP66, podendo alcançar IP68 em modelos com vedação adicional. Resistência à tração, vibração e torção, com suporte à temperatura de trabalho entre -20 °C e +100 °C ou superior, conforme o material. Modelos com ou sem travamento interno, para aplicações padrão ou severas.
- Construção e Montagem:
 - Instalado por meio de furação em chapas metálicas, caixas ou tampas de painéis, com fixação por contraporca e anel de vedação. Aperto manual ou com ferramenta, respeitando torque recomendado pelo fabricante. Permite instalação direta ou com acessórios como redutores, adaptadores, tampões cegos e prensa-cabos múltiplos para cabos com condutores individuais;
 - Modelos disponíveis com tela metálica interna para aterramento de malhas em cabos blindados (EMC).
- Aplicações Típicas:
 - Entradas de cabos de energia, sinal ou controle em painéis de automação, CCMs, motores, sensores, instrumentos de campo, sistemas de comunicação, caixas de passagem e unidades de saneamento. Utilizados em ambientes industriais, prediais, marítimos, alimentícios e de infraestrutura.
- Documentação e Garantia:
 - Garantia mínima de 12 meses. Fornecido com ficha técnica, faixa de diâmetro compatível, torque de aperto, grau de proteção IP, material do corpo e vedação, instruções de instalação e certificação de conformidade com normas internacionais.

2.4.32 BORNES DE CONEXÃO

- Finalidade:
 - Dispositivos modulares utilizados para a interligação elétrica segura e organizada de condutores nos painéis de automação, distribuição, controle e instrumentação. Facilitam a montagem, manutenção e identificação dos circuitos, além de permitirem a separação funcional entre entradas e saídas de sinais, alimentação e comandos.
- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - Atende às normas IEC 60947-7-1 e IEC 60998 para dispositivos de conexão elétrica, e está em conformidade com a NBR 5410 para instalações elétricas de baixa tensão e com os critérios da NR-10 quanto à segurança em painéis energizados e acessibilidade aos componentes.
- Características Técnicas:
 - Bornes de passagem com capacidade de corrente compatível com condutores de 0,5 mm² a 120 mm², com tensão nominal de até 800 V. Disponíveis nos modelos de parafuso, mola (push-in), alavanca ou por barra de compressão, conforme o tipo de conexão desejada;
 - Alta resistência mecânica, dielétrica e térmica. Identificação por porta-etiquetas ou marcação lateral. Modelos com função específica: borne de terra (PE), borne porta-fusível, borne seccionador, borne de medição, borne com diodo ou borne de interface. Compatíveis com ponteiros de interligação (jumper), calhas e capas isolantes.
- Construção e Montagem:

- Montagem em trilho DIN 35 mm, com fixação por pressão ou encaixe. Corpo em poliamida autoextinguível, grau de inflamabilidade V0, resistente a intempéries e produtos químicos. Bornes com parafusos com tratamento antiferrugem ou contatos metálicos em liga de cobre com banho de estanho. Disponíveis com alavanca de liberação ou mecanismo de travamento conforme o modelo;
- Acessórios como separadores, etiquetas de identificação, blocos de terminação e suportes fazem parte do sistema modular.
- Aplicações Típicas:
 - Interligação de cabos de campo com circuitos internos em painéis de controle, automação, distribuição, sinalização e instrumentação. Utilizados em quadros de comandos de bombas, painéis de I/O remoto, caixas de passagem técnica e racks de sistemas SCADA ou DCS.
- Documentação e Garantia:
 - Garantia mínima de 12 meses. Fornecidos com ficha técnica, torque de aperto recomendado, capacidade de corrente, tipo de condutor compatível, instruções de instalação e certificação conforme normas técnicas internacionais.

2.4.33 BARRAMENTOS DE TERRA E NEUTRO

- Finalidade:
 - Elementos condutores utilizados para centralizar e distribuir a ligação dos condutores de proteção (terra – PE) e condutores de neutro (N) em painéis elétricos, quadros de distribuição, CCMs e painéis de automação. Proporcionam organização, segurança e padronização na terminação de circuitos, além de garantir o cumprimento das exigências normativas quanto ao aterramento e continuidade elétrica.
- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - Atendem às normas NBR 5410 para instalações elétricas de baixa tensão, IEC 61439 para conjuntos de manobra e controle e à NR-10 quanto à proteção e organização de sistemas de aterramento e neutro.
- Características Técnicas:
 - Barramentos fabricados em cobre eletrolítico ou alumínio com tratamento anticorrosivo, com seções típicas de 5 mm² a 240 mm², conforme a corrente total do painel. Fixados sobre isoladores dielétricos ou suportes metálicos, com múltiplos pontos de conexão para condutores, por meio de parafusos ou bornes com rosca métrica;
 - O barramento de neutro é isolado da carcaça do painel e o de terra é fixado diretamente à estrutura metálica, garantindo continuidade elétrica. Modelos com 4 a 40 furos roscados, podendo ser fornecidos em trilhas modulares ou com trilhos metálicos para fixação em trilho DIN ou diretamente na chapa do painel.
- Construção e Montagem:
 - Instalação no interior do painel, em local de fácil acesso e visível para manutenção. Para o barramento de terra, a fixação deve assegurar contato elétrico com a estrutura. O barramento de neutro deve ser fixado em suporte isolante com distância mínima entre polos e distância segura das partes condutivas vivas;
 - Deve conter etiqueta de identificação permanente ("PE" para terra e "N" para neutro) e, preferencialmente, capa de proteção contra contato acidental.
- Aplicações Típicas:
 - Distribuição de condutores de aterramento e neutro em painéis elétricos, quadros de comando de bombas, painéis de automação, distribuição de energia, painéis de instrumentos, painéis auxiliares e caixas de derivação técnica. Permite centralizar a ligação dos condutores de campo com segurança, organização e facilidade de manutenção.
- Documentação e Garantia:

- Garantia mínima de 12 meses. Fornecido com ficha técnica contendo dimensões, número de conexões, corrente admissível, tipo de material, instruções de montagem e certificação de conformidade com normas técnicas aplicáveis.

2.4.34 ATERRAMENTO INTERNO DE PAINÉIS E QUADROS

- Finalidade:
 - Sistema interno de conexão equipotencial entre a carcaça do painel elétrico, os componentes metálicos instalados e o barramento de terra, garantindo a integridade do aterramento funcional e de proteção (PE). Aplicado em painéis de distribuição, automação, CCMs e painéis técnicos, com o objetivo de eliminar tensões perigosas, evitar diferenças de potencial e garantir o escoamento seguro de correntes de falha para o sistema de aterramento da instalação.
- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - Atende às normas NBR 5410 para instalações elétricas de baixa tensão, NBR 14039 para instalações de média tensão e à IEC 61439 no que se refere à continuidade do circuito de proteção. Em conformidade com a NR-10 quanto à segurança das instalações elétricas e a obrigatoriedade de interligação equipotencial.
- Características Técnicas:
 - O sistema de aterramento interno é composto por condutores de proteção (PE), terminais, conectores, barramentos de terra e pontos de fixação direta à carcaça metálica. Todos os elementos condutivos não energizados do painel (portas metálicas, placas de montagem, trilhos, barramentos, carcaça) devem estar eletricamente interligados ao barramento de terra;
 - A conexão entre as partes é feita com cabos de cobre flexíveis, terminais tipo olhal e parafusos com arruelas de pressão e contato metálico direto (sem pintura). Os condutores devem ter seção mínima de 4 mm² (para painéis de comando) ou conforme o dimensionamento pelo valor da corrente de curto-circuito presumida. A resistência de contato entre os pontos deve ser inferior a 0,1 ohm.
- Construção e Montagem:
 - Fixação dos condutores de aterramento por parafusos em pontos designados do gabinete, com remoção da pintura no ponto de contato para garantir continuidade elétrica. As portas do painel devem ser aterradas individualmente, com cabos flexíveis e folga suficiente para abertura total. O barramento principal de terra deve ser instalado em local acessível e visível, identificado com a sigla "PE", e com conexões segregadas dos demais circuitos;
 - Os cabos de aterramento devem seguir a organização do painel, preferencialmente em canaletas dedicadas ou fixados com presilhas, e devem ser identificados com a cor verde ou verde/amarelo.
- Aplicações Típicas:
 - Painéis elétricos industriais, painéis de bombas, CCMs, quadros auxiliares, centros de medição, painéis de automação e painéis de controle remoto. O sistema de aterramento interno é essencial em todas as aplicações que exigem segurança elétrica, proteção contra choques e conformidade com normas regulatórias.
- Documentação e Garantia:
 - Garantia mínima de 12 meses para os componentes utilizados no sistema de aterramento. O conjunto deve ser fornecido com documentação do projeto elétrico, esquema de aterramento, instruções de montagem, identificação dos pontos de aterramento e certificação de continuidade elétrica em conformidade com as normas vigentes.

2.4.35 PROTETOR DE SURTO – CLASSE I/II

- Finalidade:
 - Proteger instalações elétricas e equipamentos contra sobretensões transitórias de origem atmosférica (descargas diretas e indiretas) e manobras na rede elétrica, por meio da dissipação de

surtos de tensão para o sistema de aterramento, garantindo a continuidade operacional e a integridade dos sistemas de potência e automação.

- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - NBR IEC 61643-11 – Dispositivos de proteção contra surtos de tensão em sistemas de baixa tensão;
 - NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão;
 - NBR 5419 – Proteção contra descargas atmosféricas;
 - IEC 60364 – Instalações elétricas de edifícios;
 - Normas internas da companhia quanto à coordenação de proteção e seleção de dispositivos.
- Características Técnicas:
 - O dispositivo de proteção contra surtos (DPS) deverá ser do tipo modular, com tecnologia a base de varistores (MOV) ou centelhadores a gás (GDT), com sinalização de status visual e possibilidade de contato seco para sinalização remota;
 - Classe 1: Deverá suportar corrente de impulso (10/350 μ s) de no mínimo 25 kA por polo, sendo destinado à proteção contra descargas atmosféricas diretas em áreas com risco elevado, como na entrada de energia de edificações com SPDA;
 - Classe 2: Deverá suportar corrente de surto (8/20 μ s) de no mínimo 40 kA por polo, destinado à proteção contra surtos induzidos e manobras em painéis de distribuição ou automação;
 - A tensão nominal de operação (U_c) deverá ser compatível com o sistema (tipicamente 275 Vca para sistemas 220/380 V). O nível de proteção (U_p) deverá ser inferior a 1,5 kV para Classe 2. O DPS deverá ser compatível com barramento de neutro ou sistema TT/TN-S/TN-C, conforme especificado em projeto.
- Construção e Montagem:
 - Os DPS deverão ser montados em trilho DIN 35 mm, em quadros elétricos ou caixas de distribuição apropriadas, com barramento de aterramento dedicado de baixa impedância. A fiação entre o DPS e o barramento de terra deve ser a mais curta possível, com bitola mínima de 16 mm² e comprimento total (fase + terra) inferior a 50 cm, para garantir a eficiência da proteção;
 - A seleção entre Classe 1 ou Classe 2 será feita conforme a posição do painel na hierarquia da instalação (entrada geral ou quadro de distribuição) e conforme as recomendações do projeto executivo. O módulo de proteção deverá permitir reposição sem necessidade de intervenção nos demais componentes do sistema.
- Aplicações Típicas:
 - Proteção de painéis elétricos principais, quadros de distribuição, centros de controle de motores, painéis de automação, sistemas de controle remoto, equipamentos de telecomunicações e dispositivos sensíveis em ambientes industriais. Obrigatório em entradas de energia de edificações com SPDA e em sistemas com equipamentos eletrônicos de missão crítica.
- Documentação e Garantia:
 - O fornecedor deverá entregar catálogo técnico, laudos de ensaio conforme norma NBR IEC 61643-11 e certificação de conformidade do produto. Será exigida garantia mínima de 2 anos contra defeitos de fabricação. A instalação deverá constar nos diagramas elétricos e ser validada durante o comissionamento, com registro da polaridade, conexões e distância ao ponto de aterramento. A substituição de cartuchos deverá ser indicada com código visível e sinalização remota operante.

2.4.36 PROTETOR DE SURTO – CLASSE III

- Finalidade:
 - Garantir proteção complementar de equipamentos eletrônicos sensíveis contra surtos residuais que não foram totalmente dissipados pelos dispositivos de Classe 1 e Classe 2, oferecendo um segundo nível de defesa próximo aos pontos de consumo, como em painéis secundários, controladores lógicos programáveis (CLPs), fontes chaveadas e interfaces de comunicação.
- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - NBR IEC 61643-11 – Dispositivos de proteção contra surtos de tensão em sistemas de baixa tensão;

- NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão;
- NBR 5419 – Proteção contra descargas atmosféricas;
- IEC 60364 – Instalações elétricas de edifícios;
- Normas internas da companhia para proteção de equipamentos eletrônicos e automação.
- Características Técnicas:
 - O dispositivo de proteção contra surtos Classe 3 deverá ser projetado para instalação o mais próximo possível dos equipamentos finais, oferecendo baixa tensão de proteção residual ($U_p \leq 1,0$ kV) e resposta rápida a surtos de baixa energia;
 - Deverá possuir capacidade de corrente de surto ($8/20 \mu s$) mínima de 5 kA por polo e ser compatível com tensão nominal de operação (U_c) de 275 Vca, para sistemas trifásicos 220/380 V;
 - A tecnologia de proteção pode ser baseada em varistores, diodos de supressão (TVS) ou circuitos combinados com filtro de ruído, devendo garantir proteção contra surtos de comutação e interferências eletromagnéticas;
 - O DPS Classe 3 deverá possuir sinalização de status, contato de alarme remoto opcional e possibilidade de substituição do cartucho de proteção sem remoção da base.
- Construção e Montagem:
 - A instalação deverá ser realizada em trilho DIN 35 mm, dentro de painéis secundários, caixas de equipamentos ou junto a pontos de conexão de cargas críticas. A fiação deve ser curta e direta, com bitola mínima de $2,5 \text{ mm}^2$, visando minimizar a impedância entre o DPS e o ponto de aterramento;
 - A instalação do Classe 3 deve ser feita apenas quando já houver dispositivos de Classe 1 e 2 a montante, garantindo a coordenação energética entre os estágios de proteção;
 - A fixação do dispositivo e seu aterramento deverão ser inspecionados visualmente e testados durante o comissionamento do sistema.
- Aplicações Típicas:
 - Proteção de fontes chaveadas, CLPs, IHM, sensores, instrumentos de medição, módulos de comunicação, equipamentos de automação industrial, painéis de controle de máquinas, e demais equipamentos eletrônicos sensíveis, localizados em ambientes com alta incidência de surtos residuais e transientes de baixa energia.
- Documentação e Garantia:
 - O fornecedor deverá apresentar catálogo técnico detalhado, certificação conforme NBR IEC 61643-11 e indicação clara das condições de uso e limitações do produto. Será exigida garantia mínima de 2 anos contra defeitos de fabricação. A aplicação do DPS Classe 3 deverá estar prevista no projeto executivo e validada durante o comissionamento. A substituição de elementos de proteção deverá ser possível de forma individual, sem necessidade de desmontagem do painel.

2.4.37 PROTETOR DE SURTO – DPST ATÉ 400A

- Finalidade:
 - Permitir o seccionamento manual de circuitos elétricos trifásicos com ou sem neutro, garantindo isolamento visível e seguro para manutenção, manobras e proteção de sistemas de potência e automação, com capacidade de condução de corrente nominal de até 400 A.
- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - NBR IEC 60947-3 – Aparelhos de manobra – Seccionadores, seccionadores-fusíveis e comutadores;
 - NBR IEC 61439 – Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão;
 - NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão;
 - NR-10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade;
 - Normas internas da companhia para identificação de circuitos e dispositivos de manobra.
- Características Técnicas:
 - O dispositivo deverá ser do tipo seccionador rotativo DPST (Double Pole Single Throw) ou TPST (Triple Pole Single Throw) com capacidade de interrupção até 400 A em 440 Vca, com corrente térmica de no mínimo 400 A e corrente de curta duração (I_{cw}) conforme especificação do fabricante;

- Deverá possuir contatos visíveis ou indicação mecânica clara de posição (ligado/desligado), oferecendo isolamento seguro conforme categoria AC-22A ou superior;
- A manopla de operação deverá ser frontal ou externa (montagem na porta do painel), com bloqueio por cadeado (lockout) na posição desligado;
- O grau de proteção mínimo da face externa deverá ser IP65 para operação em ambientes industriais;
- Deverá possuir capacidade de suportar até 50 kA de corrente de curto-circuito com proteção a montante, compatível com a capacidade de interrupção dos disjuntores instalados.
- **Construção e Montagem:**
 - O DPST deverá ser instalado em trilho DIN ou fixação direta na placa de montagem, conforme especificação do modelo;
 - As conexões deverão ser feitas com bornes adequados a barramentos ou cabos com terminal de compressão tipo olhal, suportando condutores até 240 mm²;
 - Deverá haver identificação clara do circuito seccionado, conforme diagrama elétrico. A montagem deverá prever espaço para operação da manopla sem obstruções;
 - A instalação deverá ser verificada com ensaio de continuidade e inspeção visual durante o comissionamento.
- **Aplicações Típicas:**
 - Seccionamento de circuitos de alimentação geral de painéis de força e automação, centros de controle de motores, quadros de distribuição, cargas industriais como bombas, motores e aquecedores. Utilizado também como chave geral em painéis de máquinas e equipamentos conforme exigência da NR-10.
- **Documentação e Garantia:**
 - O fornecedor deverá apresentar ficha técnica do equipamento com curvas de corrente, dimensões, diagrama de instalação e certificados de conformidade com NBR IEC 60947-3. Será exigida garantia mínima de 2 anos contra defeitos de fabricação. O equipamento deverá ser identificado em projeto e aferido durante a inspeção e comissionamento, com teste de operação mecânica e verificação de torque de aperto nos terminais.

2.4.38 PROTETOR DE SURTO – DPST ATÉ 1200A

- **Finalidade:**
 - Permitir o seccionamento manual e seguro de circuitos elétricos de potência com corrente nominal de até 1200 A, assegurando isolamento visível e confiável para operações de manutenção, comutação e segurança elétrica em sistemas de média complexidade e alta demanda.
- **Normas Técnicas Aplicáveis:**
 - NBR IEC 60947-3 – Aparelhos de manobra – Seccionadores, seccionadores-fusíveis e comutadores;
 - NBR IEC 61439 – Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão;
 - NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão;
 - NR-10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade;
 - Normas internas da companhia relacionadas à operação segura de dispositivos de manobra e seccionamento.
- **Características Técnicas:**
 - O dispositivo deverá ser um seccionador rotativo DPST ou TPST, com capacidade nominal de condução de corrente de até 1200 A em 440 Vca, com corrente térmica igual ou superior a 1200 A e suportabilidade a curto-circuito conforme especificações do fabricante;
 - Deverá possuir categoria de utilização AC-23A ou superior, apto a seccionar cargas altamente indutivas;
 - O dispositivo deverá apresentar indicação mecânica robusta do estado (ligado/desligado), com isolamento visível ou por mecanismo de bloqueio mecânico com sinalização confiável;
 - A manopla de acionamento deverá ser do tipo externa, instalada na porta do painel, com possibilidade de bloqueio com cadeado (lockout) na posição desligado;

- O nível de proteção mínima da manopla deverá ser IP65 para ambientes industriais, com resistência mecânica adequada à operação frequente.
- Construção e Montagem:
 - O DPST deverá ser instalado com fixação robusta em placa metálica ou estrutura de montagem reforçada, compatível com as dimensões do dispositivo e a seção dos condutores utilizados;
 - Os terminais deverão permitir conexão com cabos de grande seção (até 4x300 mm² por fase ou barramentos), devendo ser compatíveis com terminais tipo olhal ou barramentos de cobre estanhado;
 - A instalação deverá prever espaçamento adequado para dissipação térmica, operação segura da manopla, e acesso para manutenção preventiva;
 - Todos os terminais deverão possuir identificação conforme os diagramas unifilares e de interligação, e a fixação será conferida por torque conforme o manual do fabricante.
- Aplicações Típicas:
 - Seccionamento principal em painéis de entrada geral de energia, painéis de baixa tensão em subestações, centros de controle de motores de grande porte, painéis de transformação, sistemas de alimentação de grandes cargas industriais, e em unidades com alto consumo de energia, exigindo manobra segura e isolamento eficaz.
- Documentação e Garantia:
 - O fornecedor deverá entregar ficha técnica completa do equipamento, certificação conforme NBR IEC 60947-3, e desenho dimensional com orientações de instalação. Será exigida garantia mínima de 2 anos contra defeitos de fabricação. O comissionamento deverá incluir testes de operação mecânica, inspeção visual dos contatos, verificação do torque dos terminais, teste de continuidade elétrica e validação da fixação da manopla com bloqueio funcional.

2.4.39 RESISTÊNCIA DE AQUECIMENTO DO PAINEL

- Finalidade:
 - Evitar a condensação de umidade no interior de painéis elétricos e de automação, mantendo a temperatura interna acima do ponto de orvalho, protegendo componentes elétricos, eletrônicos e terminais contra corrosão, oxidação e curtos-circuitos por umidade.
- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - NBR IEC 61439 – Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão;
 - NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão;
 - NR-10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade;
 - IEC 60068 – Ensaio ambientais;
 - Normas internas da companhia para controle de temperatura e proteção ambiental em painéis
- Características Técnicas:
 - A resistência de aquecimento deverá ser do tipo tubular ou cerâmica encapsulada, com corpo em alumínio anodizado ou aço galvanizado, isolamento de alta resistência e fixação por suporte metálico ou trilho DIN;
 - A potência nominal deverá ser definida em função do volume interno do painel e das condições ambientais, com valores típicos entre 25 W e 150 W por unidade;
 - A tensão de alimentação será de 110 Vca ou 220 Vca, conforme especificado em projeto;
 - Deverá possuir proteção térmica integrada contra superaquecimento e ser utilizada em conjunto com termostato bimetálico, regulado para acionamento abaixo de 15 °C. A temperatura superficial da resistência não deverá exceder os limites seguros para operação contínua dentro do painel;
 - Deverá apresentar grau de proteção mínimo IP20 e vida útil superior a 10.000 horas em operação contínua.
- Construção e Montagem:
 - A instalação será feita em posição vertical ou horizontal, conforme instruções do fabricante, fixada no interior do painel com suportes adequados ou diretamente em trilho DIN;

- O cabeamento deverá ser realizado com fios resistentes à temperatura e com bitola mínima de 1,5 mm², com proteção por disjuntor dedicado. O termostato deverá ser instalado próximo à resistência e conectado de forma a permitir o acionamento automático conforme variação da temperatura interna do painel;
- Todos os componentes deverão ser identificados conforme o diagrama elétrico e devidamente etiquetados.
- Aplicações Típicas
 - Painéis elétricos e de automação instalados em ambientes sujeitos à variação de temperatura, alta umidade relativa do ar, proximidade de corpos d'água, áreas externas ou locais com baixa circulação de ar. Utilizado em painéis de motores, centros de controle, quadros de instrumentação e painéis com componentes eletrônicos sensíveis.
- Documentação e Garantia:
 - O fornecedor deverá apresentar catálogo técnico com dados de potência, tensão, dimensões, forma de instalação, curvas de aquecimento e certificados de conformidade com normas aplicáveis. Será exigida garantia mínima de 2 anos contra defeitos de fabricação. A verificação da instalação será feita durante o comissionamento, com ensaio de funcionamento do sistema de aquecimento e validação da atuação do termostato.

2.4.40 ETIQUETAS E IDENTIFICAÇÕES

- Finalidade:
 - Garantir a correta identificação de painéis elétricos, dispositivos, cabos, circuitos e componentes internos e externos, promovendo segurança operacional, rastreabilidade de sistemas, padronização de instalações e conformidade com normas técnicas aplicáveis.
- Normas Técnicas Aplicáveis:
 - NR-10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;
 - IEC 60445 – Princípios básicos e regras de segurança para identificação de equipamentos;
 - IEC 61346 / NBR IEC 81346 – Estrutura de referência e identificação de componentes;
 - NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão;
 - NBR 14039 – Instalações elétricas de média tensão;
 - Normas internas da companhia para padronização de nomenclatura e codificação.
- Características Técnicas:
 - As etiquetas deverão ser confeccionadas em material resistente a ambientes industriais, com durabilidade mínima de 5 anos em operação contínua. Serão aceitos materiais como acrílico bicamada (gravado a laser), poliéster industrial com impressão térmica de alta resolução, ou PVC rígido para aplicações internas;
 - As etiquetas devem apresentar resistência a umidade, abrasão, produtos químicos industriais e raios UV, quando aplicadas em ambientes externos. A altura mínima das letras deverá ser de 5 mm para textos padrão e 7 mm para títulos ou nomes de painéis, com contraste visual adequado para leitura a pelo menos 50 cm de distância. O código de identificação deve ser alfanumérico, seguindo o esquema elétrico da instalação.
- Construção e Montagem:
 - As etiquetas devem ser instaladas de forma permanente e segura, utilizando adesivo industrial de alta fixação, rebites plásticos ou parafusos, conforme o tipo de superfície. Não será aceita a utilização de etiquetas manuscritas ou com baixa fixação. Cada componente elétrico, terminal, disjuntor, contato auxiliar, relé, CLP, fonte, inversor ou outro dispositivo deverá possuir identificação individual;
 - Os painéis deverão conter etiqueta externa com a identificação do painel, tensão nominal, alimentação principal e, quando aplicável, IP do equipamento ou identificação da rede de comunicação. As etiquetas de cabos deverão ser instaladas nas duas extremidades, utilizando tubo termo retrátil com impressão térmica ou etiquetas de poliéster auto lamináveis, fixadas próximas ao conector.

- Aplicações Típicas:
 - Identificação de painéis elétricos de baixa e média tensão, painéis de automação, quadros de comando, centros de controle de motores, cabos de força e sinal, equipamentos de campo, bornes de ligação, e todos os dispositivos internos aos quadros de comando elétrico. Aplicável em ambientes industriais internos e externos, inclusive em áreas sujeitas à exposição solar, umidade e agentes químicos.
- Documentação e Garantia:
 - O fornecimento das etiquetas deverá estar acompanhado de planilha de identificação contendo descrição de cada item etiquetado conforme projeto executivo, codificação usada e localização. A identificação deverá ser validada em campo durante a inspeção e comissionamento do painel. O fornecedor deverá garantir a integridade física e legibilidade das etiquetas pelo período mínimo de 5 anos após instalação, substituindo quaisquer etiquetas danificadas ou ilegíveis durante esse período sem custos adicionais.

2.4.41 PROCEDIMENTO DE INSPEÇÃO E TESTES DE QUADROS ELÉTRICOS E SEUS COMPONENTES

2.4.41.1 INSPEÇÃO VISUAL E DOCUMENTAL

- Os diagramas unifilares, esquemas e desenhos elétricos dos comandos devem estar atualizados e disponíveis para consulta;
- A documentação técnica dos equipamentos e comandos elétricos deve estar completa e conforme os manuais do fabricante (incluindo referências à NBR 5410 e IEC aplicáveis);
- Deve existir um registro atualizado da identificação dos circuitos e etiquetas aplicadas aos componentes de comando;
- O quadro de comando deve apresentar integridade física, sem sinais de corrosão, oxidação, acúmulo de poeira, umidade ou danos mecânicos;
- A organização interna do painel de comando deve permitir fácil rastreabilidade, com cabos e conexões corretamente fixados e identificados.

2.4.41.2 TESTES DE FUNCIONAMENTO DOS DISPOSITIVOS DE COMANDO

- Os botões, chaves e botoeiras (inclusive as de emergência) devem acionar corretamente as funções pré-definidas, sem atraso perceptível ou falhas;
- Os circuitos de parada de emergência devem realizar o corte de energia de forma imediata e segura, conforme as exigências da EN ISO 13850;
- Os interruptores e chaves seletoras devem apresentar atuação livre de folgas, travamentos ou ruídos, garantindo mudança de estado adequada;
- Os relés e contadores devem acionar e liberar corretamente seus contatos quando estimulados, sem apresentar atrasos ou falhas na resposta;
- Os dispositivos de proteção (fusíveis, disjuntores etc.) devem disparar ou interromper os circuitos corretamente em caso de sobrecorrente ou falhas, de acordo com as curvas de disparo previstas nas normas IEC (por exemplo, IEC 60898-1 ou IEC 60947-2).

2.4.41.3 TESTES DE COMUNICAÇÃO E INTEGRAÇÃO COM CLP E SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO

- As interfaces de comunicação (Ethernet, serial, Profibus etc.) entre os dispositivos de comando e o CLP ou sistema de automação devem estar funcionando sem perda de sinais ou interferências;
- Os protocolos de comunicação utilizados nos comandos devem estar conforme as especificações técnicas e são capazes de transmitir dados de forma confiável;
- O quadro de automação deve estar instalado de acordo com o diagrama unifilar e os manuais técnicos, atendendo às recomendações normativas (por exemplo, NBR 5410 e IEC 60204-1);

- O CLP (Controlador Lógico Programável) deve estar fixado de forma segura, sem danos físicos, e instalado conforme as especificações do fabricante e as diretrizes da IEC 61131-2;
- Os cartões de entrada e saída (I/O) devem estar devidamente identificados e etiquetados de acordo com os requisitos da IEC 60445 e as diretrizes de identificação aplicáveis à automação industrial;
- As conexões entre os cartões de I/O e o CLP devem estar corretamente realizadas, com terminais firmes e sem indícios de oxidação ou folgas;
- Os dispositivos de comunicação (interfaces Ethernet, portas seriais, protocolos Modbus, Profibus ou similares) devem estar conectados conforme especificado e sem sinais de interferências ou perda de comunicação;
- Deve ser verificada a integridade do cabeamento de comunicação, com identificação adequada e disposição organizada, seguindo os padrões da NBR 5410 e IEC 60445;
- As interfaces e os módulos de comunicação devem apresentar resposta adequada aos testes de transmissão de dados, sem perdas ou erros, conforme os parâmetros definidos pelo projeto;
- Os dispositivos auxiliares de comunicação (como switches, roteadores ou hubs integrados ao quadro) devem estar operacionais e configurados corretamente para garantir a comunicação entre os dispositivos;
- Devem ser realizados testes práticos (simulação de falhas, envio e recepção de sinais, verificação de redundância) que confirmam a integridade da comunicação entre o CLP, os cartões de I/O e os demais dispositivos de comunicação;
- Os pontos de aterramento, isolamento e proteção dos circuitos de comunicação devem ser verificados e estar de acordo com as normas aplicáveis (por exemplo, NBR 5410 e IEC 60364).

2.4.41.4 TESTES EM INVERSORES DE FREQUÊNCIA

- O inversor de frequência deve estar instalado corretamente no painel, com fixação adequada e sem danos mecânicos visíveis;
- O painel deve apresentar ventilação suficiente e livre de obstruções, com espaçamento mínimo (ex.: 100 mm entre componentes críticos, conforme recomendações da IEC 60204-1) para garantir a dissipação de calor adequada;
- As conexões elétricas de entrada, saída e de comunicação do inversor devem estar seguras, sem folgas e sem sinais de sobreaquecimento, conforme as boas práticas definidas na NBR 5410 e IEC 61439;
- Os terminais, cabos e conectores do painel devem estar organizados e identificados de forma clara e padronizada (segundo a IEC 60445 e diretrizes internas), facilitando a manutenção e a rastreabilidade;
- Devem ser realizados testes funcionais de partida e parada do inversor, confirmando que os alarmes e os indicadores (visuais e, se aplicável, sonoros) acionam conforme os parâmetros definidos pelo fabricante;
- Em simulações de condições de falha (como oscilações de tensão ou sobrecarga), o inversor deve acionar corretamente os dispositivos de proteção, desligando o circuito de forma segura, conforme exigido pela IEC 61800-5-1;
- Os dispositivos auxiliares do painel, como chaves de emergência e intertravamentos, devem estar operacionais, permitindo o desligamento imediato em situações críticas (por exemplo, conforme EN ISO 13850);
- As medições de continuidade dos circuitos, isolamento e aterramento foram realizadas e os valores obtidos devem estar dentro dos limites aceitáveis, seguindo as normas da NBR 5410 e IEC 60364.

2.4.41.5 TESTES DE SEGURANÇA E PROTEÇÃO

- As medições de continuidade e resistência dos sistemas de aterramento dos comandos elétricos devem estar dentro dos limites aceitáveis, conforme as normas (por exemplo, NBR 5410 e IEC 60364);
- Os testes de isolamento dos dispositivos de comando devem confirmar que não há vazamento de corrente ou falhas que possam comprometer a segurança;
- Os mecanismos de intertravamento (que previnem a ativação simultânea de funções conflitantes) devem estar funcionando corretamente e bloqueando as operações de circuitos em condições de risco;

- Os dispositivos de bloqueio e etiquetagem (LOTO) devem estar instalados e operacionais para garantir a segurança durante manutenções.

2.4.41.6 TESTES DE FUNCIONALIDADE EM CONDIÇÕES OPERACIONAIS

- Os comandos elétricos devem ser submetidos a testes de carga real e simulada, demonstrando desempenho consistente dentro dos parâmetros operacionais previstos;
- Em simulações de falhas (por exemplo, perda de energia, disparo de proteção) os dispositivos devem reagir de maneira adequada, interrompendo as funções de forma segura;
- Devem ser realizados ciclos contínuos de operação dos comandos (liga/desliga, acionamento de relés e contadores) e, ao final do ciclo, os dispositivos devem manter sua integridade sem sinais de desgaste excessivo ou falha precoce.