



SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA GRANDE VITÓRIA

MUNICÍPIO DE VILA VELHA



BOOSTER ARIBIRI

PROJETO ELÉTRICO, DE SPDA E AUTOMAÇÃO

RELATÓRIO TÉCNICO E DESENHO



Nº CESAN: A-050-000-60-6-RT-0002
REVISÃO 01 i DEZEMBRO DE 2014

APRESENTAÇÃO

A **GANEM Engenharia EPP Ltda.** apresenta a seguir os projetos elétrico, de SPDA e de automação do *booster* ARIBIRI, pertencente Sistema de Distribuição de Água da Grande Vitória, localizada no Município de VILA VELHA, ES. Este trabalho resulta do Contrato Nº 284/2012 entre com a **CESAN ã Companhia Espírito Santense de Saneamento**.

O trabalho está apresentado em volume único.

APRESENTAÇÃO.....	II
1 INTRODUÇÃO	6
1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS	6
1.2 OBRAS	7
1.3 MATERIAIS	7
1.4 MÃO DE OBRA.....	8
1.5 EXECUÇÃO DA OBRA	8
1.6 FINAL DE OBRA	10
2 ADMINISTRAÇÃO DA OBRA, DESPESAS GERAIS E INSTALAÇÃO DE CANTEIRO DE OBRA.....	11
2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS	11
3 PROJETO ELÉTRICO E SPDA	13
3.1 DETALHAMENTOS DOS PROJETOS ELÉTRICO E DE SPDA	13
3.2 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E DE SPDA.....	14
3.3 OUTROS MATERIAIS E SERVIÇOS	14
3.4 ILUMINAÇÃO	15
3.5 ATERRAMENTOS.....	16
4 PROJETO DE AUTOMAÇÃO	17
4.1 OBJETIVO	17
4.2 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES.....	17
4.3 DEFINIÇÕES	18
4.4 CONDIÇÕES NORMATIVAS	20
4.4.1 Distribuição Interna nos Painéis.....	20
4.4.2 Requisitos Construtivos Gerais de Painéis	21
4.4.3 Sistema de Controle Digital.....	26
4.4.4 Documentação	31
ANEXO 01 ĩ ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DO INVERSOR DE FREQUÊNCIA	34
ANEXO 02 ĩ LISTA DE MATERIAIS	36
ANEXO 03 ĩ DESENHOS DO PROJETO ELÉTRICO E DE SPDA	39
ANEXO 04 - DESENHOS DO PROJETO DE AUTOMAÇÃO	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1	Grado de Proteção do Invólucro	21
Tabela 4.2	Seções Mínimas dos Condutores	22
Tabela 4.3	Cores dos Condutores.....	23
Tabela A1.1	Lista de Materiais do Projeto Elétrico/Automação e de SPDA.	36
Tabela A3.1	Lista de Desenhos do Projeto Elétrico e de SPDA.....	39
Tabela A4.1	Lista de Desenhos do Projeto de Automação.	40

MEMORIAL DESCRITIVO

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Gerais

O *booster* ARIBIRI é uma instalação nova que faz parte do sistema de distribuição de água do Setor GARRIDO, e visa melhorar o abastecimento do bairro de mesmo nome.

O *booster* conta com 02 (dois) conjuntos de motobombas, sendo um deles de reserva. Os conjuntos são de 2 cv, 220 Volts trifásico e 60 Hz, sendo acionados por partida direta, conforme características a seguir:

MB-01 / MB-02 (reserva): motor elétrico, 3 ϕ , assíncrono, rotor de gaiola, potência mecânica no eixo 2 cv (1,758 kW), 220 V, 60 Hz, 2 polos, classe de isolamento F, grau de proteção IP-55, regime S1, categoria N, 3.385 rpm, η =83,7 %, $\cos \phi$ =0,85, f_s =1,15, I_n =5,43 A;

Os motores elétricos deverão ser de marca credenciada e possuírem atestado de garantia.

Deverão atender às normas NBR 7034, NBR 7094, NBR 6146, NBR 8441 e NBR 5432.

Deverão ser assíncronos, trifásicos e de indução tipo gaiola.

O isolamento deverá ser classe F em material não higroscópico.

O fator de serviço deverá ser 1,15.

Deverão ser providos de terminal para aterramento da carcaça.

O grau de proteção deverá ser IP-55 e a forma construtiva B 3D.

Os mancais deverão ser do tipo rolamentos de esferas, lubrificados à graxa ou à óleo.

Deverão ser providos de plaquetas de identificação, conforme a NBR 7094, de aço inoxidável, contendo todos os dados básicos das condições de serviço.

A alimentação elétrica do local será feita através de um padrão de energia trifásico, 220-127 VAC, categoria T1, medição direta, conforme norma EDP ESCELSA. A distribuição dos circuitos elétricos será feita através do painel elétrico UTR instalado dentro do abrigo metálico.

O painel UTR, trifásico 220 Volts alimentará as seguintes cargas, a saber:

- C01 - Circuito de força do Inversor/motobomba 1, 220 Volts trifásico, 1,758 kW;
- C02 - Circuito de força do Inversor/motobomba 2, 220 Volts trifásico, 1,758 kW;
- C03 - Circuito de força do nobreak, 220 Volts bifásico, 0,3 kW;
- C04 - Alimentação do circuito de tomada auxiliar, 127 Volts monofásico, 0,3 kW;
- C05 - Alimentação do circuito de tomada auxiliar do painel UTR, 127 Volts monofásico, 0,3 kW;
- C06 - Alimentação do circuito de iluminação do Booster, 127 Volts bifásico, 0,1 kW;
- C07 - Alimentação do circuito de iluminação/ventilação do painel UTR, 127 Volts monofásico, 0,14 kW;

No Painel UTR será instalado um CLP que efetuará o monitoramento de todas as variáveis analógicas e digitais do *booster*, cartões de entrada e saída e um Rádio INET do tipo *Acess Point* mediante estudo de rádio enlace. No projeto de automação do *booster* estão descritas todas as características do sistema.

As montagens das instalações elétricas e de automação do *booster* ARIBIRI foram divididas em três partes, para melhor atender aos requisitos técnicos construtivos específicos:

- Instalações Elétricas;
- Instalações de SPDA e Aterramentos;
- Instalação de instrumentação e automação.

1.2 Obras

As obras serão executadas obedecendo rigorosamente aos projetos elétricos e automação, as especificações técnicas e relação de desenhos de projeto que fazem parte integrante deste memorial.

1.3 Materiais

Os materiais empregados na obra de fornecimento da CONTRATADA serão previamente submetidos à fiscalização para exame e aprovação e deverão ser comprovadamente de boa qualidade, obrigando-se a CONTRATADA a retirar da obra os materiais impugnados pela fiscalização dentro do prazo máximo de 72 (setenta e duas) horas.

Os materiais deverão ser previamente aprovados pela fiscalização da CESAN antes de sua aquisição. Para tanto, a firma contratada solicitará a aprovação dos mesmos

por escrito, acompanhados de amostras, catálogos técnicos e especificações, cabendo a CESAN definição em 05 (cinco) dias úteis após a apresentação dos referidos materiais através do protocolo da CESAN.

NOTA: Todos os materiais e equipamentos fornecidos pela CONTRATADA/PROPONENTE para a execução do projeto constante deste memorial descritivo deverão ser NOVOS E SEM DEFEITOS. Não serão aceitos materiais e equipamentos remanufaturados ou reciclados em hipótese alguma. Os materiais e equipamentos fornecidos deverão ser da melhor qualidade possível e de acordo com as técnicas mais modernas de fabricação, atendendo à normatização legal pertinente a cada tipo de material e equipamento. A CONTRATADA/PROPONENTE deverá proteger os materiais e equipamentos contra deterioração ou outra forma de dano durante o transporte. A CONTRATADA/PROPONENTE será responsável por quaisquer danos, deterioração ou perdas aos materiais e equipamentos fornecidos, provenientes de embalagem inadequada, insuficiente ou feita sem cuidados. Todos os materiais e equipamentos incluídos no fornecimento deverão ser garantidos contra defeitos e/ou danos devidos a erros ou deficiências na fabricação. A fiscalização da CESAN se reserva ao direito de recusar quaisquer materiais que não estejam em conformidade com as especificações técnicas solicitadas.

1.4 Mão de Obra

A mão de obra a ser utilizada deverá ser qualificada e executada com pessoal tecnicamente capaz e conhecedor de suas funções, objetivando-se com isso, obter o melhor acabamento possível.

1.5 Execução da Obra

Para execução da obra compreenderão o fornecimento e a montagem de equipamentos, materiais, acessórios, transportes verticais, horizontais e fretes, inclusive todas as despesas diretas e indiretas, de mão-de-obra, assistência técnica, encargos sociais, seguros, ferramentas, impostos federais, estaduais, municipais.

O presente relatório técnico, bem como todos os desenhos, deverão ser usados em conjunto, pois se completam.

A CONTRATADA será responsável por qualquer serviço executado em desacordo com o projeto, correndo por sua conta exclusiva a reconstrução do mesmo.

À CONTRATADA caberá a responsabilidade integral por todos os serviços, durante o prazo previsto em contrato de execução, a contar da data de entrega definitiva da obra.

Excluir-se-ão da presente responsabilidade, defeitos, estragos, quebras ou falhas provocadas, decorrentes do mau uso das instalações em questão.

Para execução da obra, necessário se faz que a CONTRATADA mantenha um rigoroso controle do cronograma físico financeiro da obra, a ser apresentado juntamente com sua proposta de execução. O horário de execução da obra será de segunda a sexta feira em horário de expediente normal, porém se for necessário, a CONTRATADA colocará turnos de trabalho para o período extra expediente normal, incluindo sábados domingos e feriados, para cumprir o prazo estipulado para a entrega da obra, sem tal fato vir a gerar ônus a CESAN, por motivo de atraso injustificável.

As Normas Regulamentadoras, também conhecidas como NRs, regulamentam e fornecem orientações sobre procedimentos obrigatórios relacionados à segurança e medicina do trabalho. Durante a execução de todas as obras de construção, reforma e melhoria das instalações, deverá ser observada a legislação quanto à higiene, saúde e segurança do trabalhador. Para tais devem ser obedecidas as seguintes NRs.

- NR 6 - Equipamento de Proteção Individual;
- NR 7 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional;
- NR 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais;
- NR 10 - Serviços em Eletricidade;
- NR 11 - Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais;
- NR 12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos;
- NR 17 - Ergonomia;
- NR 26 - Sinalização de Segurança;
- NR 35 - Trabalho em Altura;

Para tanto a CONTRATADA deverá manter na obra e utilizar os equipamentos de segurança necessários, incluindo ainda a utilização de andaimes tubulares com plataformas de madeira e tela de proteção com fornecimento do material necessário, para execução dos serviços onde houver necessidade.

Não será permitido o início das obras sem serem observadas as recomendações previstas nas NRs citadas acima e/ou diretrizes da CESAN.

A CONTRATADA deverá fazer a limpeza periódica da obra com a remoção de sobras, entulhos, lixo. Também deverá fornecer aos seus empregados e subcontratados uniformes, bem como, todos os equipamentos de proteção individual e coletivo, necessários à execução dos serviços, de acordo com as normas

regulamentadoras e portarias que regulam a segurança do trabalho, responsabilizando-se pela efetiva utilização dos mesmos.

1.6 Final de Obra

Na conclusão dos serviços deverá ser apresentado o prontuário elétrico conforme exigido na NR-10.

Deverá ser apresentado o Diagrama unifilar geral e Malhas de Aterramento, todos no formato A3;

Poderá ser utilizado armário protegido contra poeira e água constando dos seguintes documentos:

- Cópias encadernadas dos *as-builts* elétricos de instalações e painéis;
- Qualquer outro manual necessário à correta operação e rotinas básicas de manutenção dos equipamentos instalados no *booster*.

2 ADMINISTRAÇÃO DA OBRA, DESPESAS GERAIS E INSTALAÇÃO DE CANTEIRO DE OBRA.

2.1 Considerações Gerais

A ART de execução deverá ser assinada por Engenheiro Eletricista, e a obra deverá ser administrada pela CONTRATADA através da equipe técnica e administrativa mínima, permanente e em tempo integral, abaixo discriminada, cujo custo deverá estar incluso no BDI do orçamento proposto:

- 01 Supervisor¹;
- 01 Eletricistas²;
- 01 Ajudante de Eletricista;
- 01 Almoxarife.

Deverão ainda, ser considerados no valor da obra (incluso no BDI do orçamento proposto pela CONTRATADA) medicamentos de emergência, consumo de combustíveis e equipamentos, fretes e carretos diversos, transporte de pessoal e material, bem como colocação de placa da construtora e dos responsáveis técnicos conforme norma do CREA, para viabilizar o andamento normal da obra, e demais exigências dos órgãos competentes.

Deverá neste item conter ainda:

- Fornecimento e colocação de placa metálica da obra do padrão CESAN - (2 x 4) m;
- Execução de Barracão de obra para almoxarifado, depósito de materiais e ferramentas em chapa de compensado resinado espessura 10 mm, cobertura em fibrocimento de 6 mm e instalações de luz;
- Execução barracão de obra para escritório com sanitário em chapa de compensado resinado espessura 12 mm, fixada em pontaletes de 8 x 8 cm, piso cimentado, cobertura em fibrocimento de 6 mm e instalações provisórias água, luz e caixa de inspeção.

Deverão ser consideradas também nesse item, as taxas de licença da obra, Anotação de Responsabilidade Técnica pela execução - ART, inscrição no INSS com CND - Certidão Negativa de Débito da obra após sua conclusão, cadastramento

¹ Supervisor com formação em eletrotécnica ou eletromecânica em instituição de ensino reconhecida pelo MEC e registro no órgão de classe.

² Eletricista com curso profissionalizante de eletricista montador (SENAI - 120 horas).

e baixa da obra na Prefeitura de VILA VELHA, Certidão Detalhada, bem como aprovação dos projetos e licença para execução da obra, junto à prefeitura e seguro de responsabilidade civil, com vigência mínima de 12 (doze) meses. O seguro deverá ser efetuado logo após a assinatura do contrato de execução da obra.

Deverá constar permanentemente no barracão da obra, o livro "Diário de Obra" em 04 (quatro) vias.

Consta deste item a instalação provisória da obra com mobilização do pessoal e todos os serviços necessários à execução da obra e que atenda as exigências das Leis de Segurança do Trabalho.

Deverão ser consideradas as despesas com mobilização e desmobilização do canteiro de obras.

Cópias heliográficas e xerográficas para apresentação dos projetos atualizados das instalações projetadas, conforme o executado *as built* deverão estar incluídas no orçamento proposto. Sendo que o fornecimento do *as built* dos projetos, deverá ser em arquivos digitais no formato do AUTOCAD versão 2008.

3 PROJETO ELÉTRICO E SPDA

Os projetos deverão, ao final de sua construção, funcionar de forma integrada, devendo, portanto, ser considerado a situação para melhor atender no processo executivo das obras em referência.

Todas as instalações internas serão executadas dentro de padrões já descritos.

O Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas - SPDA foi projetado de forma independente, com a adoção do captor Franklin interligado com a malha de terra de toda a instalação. As partes metálicas dos equipamentos, tais como motores e painéis elétricos devem estar conectados a malha de aterramento através de solda exotérmica ou conectores apropriados.

3.1 Detalhamentos dos Projetos Elétrico e de SPDA

Os detalhamentos dos Projetos Elétrico/SPDA das obras de instalações do *booster* ARIBIRI, foram elaborados de forma a atender as exigências das Normas Técnica Brasileira e da Concessionária de Energia - EDP Escelsa e as necessidades da CESAN, para o fim a que se destina a edificação, sendo composto das seguintes informações:

- Plantas baixas com entrada de energia, eletrodutos, caixas de passagem, iluminação, fiações e cabos das instalações externas do *booster*;
- Simbologia e notas gerais do projeto;
- Plantas baixas com eletrodutos, caixas de passagem e alimentadores da instrumentação;
- Diagrama unifilar geral;
- Diagrama trifilar (ver Projeto de Automação);
- Elaboração dos detalhamentos do Projeto de SPDA com Captor Franklin de acordo com as recomendações da norma ABNT - 5419 em vigência;
- Detalhes construtivos, aterramentos, simbologia e notas gerais;
- Detalhe do aterramento das instalações elétricas;
- Lista de materiais elétricos de todos os projetos.

A CONTRATADA deverá, durante a execução da obra, em função da solicitação da fiscalização da CESAN, fazer a inspeção das instalações em execução e/ou executadas, devendo ainda fornecer um relatório técnico para confirmação e

aprovação destas, no que diz respeito ao processo executivo da obra, conforme definido em projeto.

3.2 Instalações Elétricas e de SPDA

Todas as instalações elétricas e de SPDA deverão ser rigorosamente executadas de acordo com as especificações de materiais que fazem parte integrante deste Memorial Descritivo.

As instalações devem ser executadas por pessoal especializado e habilitado a obter acabamento perfeito, de modo a obedecer às exigências das concessionárias e normas técnicas e de segurança da ABNT, relativas à execução de serviços.

Ficará a critério da fiscalização impugnar parcial ou totalmente qualquer trabalho executado em desacordo com as Normas de execução, especificações de materiais e projeto.

Todas as providências junto às concessionárias devem ser tomadas pela CONTRATADA.

3.3 Outros Materiais e Serviços

Para proteção do alimentador do quadro geral e demais alimentadores como circuitos auxiliares e quadros de comando, deverá ser utilizado disjuntores norma DIN, curva C, caixa moldada, fabricação WEG, Siemens, Schneider Electric, ABB ou similar (desde que previamente aprovados pela área técnica da CESAN).

Não se permitirá uso de disjuntores monopolares acoplados mecanicamente, em substituição a qualquer disjuntor multipolar.

Os condutores serão todos de cobre, com isolamento PVC 70 °C/750 V ou do tipo 0.6/1 KV EPR ou XLPE 90 °C, com exceção do condutor terra que terá isolamento de PVC 70 °C/750 V, na cor verde ou verde-amarela.

Demais condutores deverão receber também identificação por cores:

- Â Fases: Vermelha/Preta;
- Â Neutro: Azul claro;
- Â Proteção: Verde ou Verde-Amarelo;
- Â Retorno: Branca.

As tubulações, luvas e curvas a instalar deverão ser de PEAD (Polietileno de Alta Densidade), PVC rígido igualmente roscável em suas extremidades nas caixas de

passagem. Devem-se eliminar as rebarbas da tubulação para posterior conexão em luvas, curvas, etc.

Toda fiação elétrica interna e externa atenderá a um padrão único de cores, utilizando a cor vermelho/preta para a(s) fase(s), cor azul claro para neutro, cor branca para retorno e cor verde ou verde/amarelo para terra (condutor de proteção). Terá isolamento de PVC 70 °C/750 V, seção mínima de 2,5 mm².

Toda fiação externa em trecho subterrâneo terá isolamento em EPR/XLPE 90° C 0.6 /1KV com capa de proteção em PVC. Condutor PE deverá ser em cor verde.

Somente se executarão emendas em fiação elétrica em caixas de passagem. Todas as emendas e fiação até 16 mm² serão soldadas (estanhadas) e posteriormente isoladas em fita isolante anti-chama da 3M.

No espelho interno do quadro elétrico, deve constar plaquetas de identificação dos circuitos, em acrílico preto com letras brancas.

Todos os condutores isolados ou não deverão ser convenientemente identificados por cores ou fita adesiva colorida.

Todos os condutores contidos no mesmo eletroduto deverão possuir a mesma classe térmica.

Para aterramento dos motores recomendamos a utilização de condutores de aterramento de cobre nu diretamente enterrado conectados a malha de terra por solda exotérmica ou conector apropriado.

Todos os disjuntores de baixa tensão deverão obedecer à norma NBR IEC 60947.

O tipo de isolamento dos condutores deve ser definido no projeto, pois influência diretamente na ampacidade e dimensionamento do condutor.

3.4 Iluminação

A iluminação interna será instalada na parede lateral do abrigo metálico conforme detalhes em prancha (A-050-000-60-6-XX-0083). A luminária será de alumínio silício com visor Alcalino para uma lâmpada fluorescente compacta de até 25 W ÷ 220 V, 60 Hz, bocal E27.

Os comandos da iluminação interna serão através de interruptor bipolar instalado dentro do *booster*.

Os condutores do circuito de iluminação serão de cobre, com isolamento de PVC 70 °C/750 V, seção mínima 2,5 mm², os eletrodutos serão de PVC rígido, classe A, rosqueável ou de PEAD. Quanto a iluminação externa essa ficará por conta da

iluminação pública, visto que a posição do *booster* será muito próximo do poste da rede de distribuição de energia elétrica.

Os materiais e equipamentos a seguir deverão obedecer a exigências da EDP ESCELSA, Normas ABNT e especificações da CESAN.

3.5 Aterramentos

As hastes de terra deverão ser do tipo *Cooperweld*, cobreado com dimensões 5/8"x 2,4 m. As hastes deverão estar interligadas na malha geral de aterramento com cabo de cobre nu de 35 mm². As hastes deverão estar fincadas a 2,20 m dentro de caixas de concreto armado com dimensões de (30 x 30) cm e com a mesma profundidade. As caixas deverão ter tampas para manutenção e inspeção. Para executar a manutenção e inspeção dos subsistemas o SPDA conta com um conector de medição instalado no subsistema de descida que interliga o captor Franklin com a malha principal. Todos os detalhes de montagens e instalações do SPDA e aterramentos estão apresentados na prancha (A-050-000-60-6-XX-0084).

4 PROJETO DE AUTOMAÇÃO

4.1 Objetivo

Este Padrão estabelece os requisitos mínimos para projeto, fornecimento e instalação de equipamentos e sistemas digitais de controle de processo do painel UTR, a serem atendidos pelos fornecedores da CESAN.

O Painel UTR com Controlador Lógico Programável - CLP, que deverá executar todo o monitoramento, controle e comando, dos motores das bombas (3 cv, 220 Volts trifásicas, 60 Hz) bem como a instrumentação envolvida no sistema (transmissor de pressão e/ou vazão, válvulas *on-off*, partida e parada de bombas com temporização, etc.). O Painel -UTR deverá enviar via transmissão de dados em protocolo de comunicação MODBUS através de Rádio Modem INET do tipo *Acess Point* (dependendo do estudo de rádio enlace) e antena, sendo esta instalada no mastro do sistema de SPDA. Os dados deverão ser enviados para o Centro de Controle Operacional da CESAN contendo as seguintes variáveis:

- Modo de operação Local/ Remoto;
- Estados *ON/OFF* das bombas 1,2;
- Pressão de Recalque;
- Pressão na Sucção;
- Alarme de porta aberta da UTR
- Totalizador de horas de operação individual por bomba;
- Alarme e proteção por falta de fase;
- Alarme de pressão baixa na sucção;
- Alarme falha nas válvulas;
- Falha na Bomba 1;
- Falha na Bomba 2;

4.2 Documentos Complementares

- ANSI - American National Standards Institute;
- ASME - American Society of Mechanical Engineers;
- DIN - Deutsche Institut Fur Normung;
- IEC - International Electrotechnical Commission;

- IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers;
- ISA - International Society for Measurement and Control;
- ISO - International Organization for Standardization;
- JIS - Japan Industrial Standards;
- NEC - National Electrical Code;
- NEMA - ICS2-225 - Industrial Limit Switches;
- INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- NR-10 - Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho;
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- NBR-6146 - Invólucro de Equipamentos Elétricos – Especificação;
- NBR-5456 - Eletrotécnica e Eletrônica - Eletricidade geral – Terminologia;
- NBR-5467 - Eletrotécnica e Eletrônica - Controles elétricos – Terminologia;
- NBRNM-247-3 - Cabos isolados com poli cloreto de vinila (PVC) para tensões nominais até 450/750 V, inclusive. Parte 3 - Condutores isolados sem cobertura para instalações fixas;
- NBRNM-280 - Condutores de Cabos Isolados;
- NBR IEC 60947 - Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão - Parte 2: Disjuntores;
- NBR IEC 60947-4-2 - Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão Parte 4-2: Contatores e partida de motores - Controladores de partida de motores CA a semicondutores;
- NBR IEC 61439 – Montagem de painéis de baixa tensão.

4.3 Definições

- *Back Plane* - Placa de circuito com vários conectores onde são acoplados módulos que possuem o complementar destes conectores. O *Back plane* se caracteriza ainda por ser totalmente passivo.
- Borne ou Terminal ou Borne terminal - Componente no qual são afixados (aparafusados) os conectores, realizando a ligação elétrica de dois condutores.
- Borneira - Régua (ou Bloco) de Bornes (ou Terminais) - Conjunto de Bornes.
- Conector ou Conexão - componente utilizado para fazer a terminação de um condutor, sendo prensado no mesmo.

- EMI (*Electromagnetic Interference*) ou Interferência Eletromagnética ou ainda Ruídos Eletromagnéticos - Energia eletromagnética indesejada resultante de acoplamento por fontes elétricas/eletrônicas.
- Estado de Segurança - Estado assumido por todas os sinais de saídas do CLP no caso de falha interna.
- LOG - Registro normalmente em arquivo (*LOG File*) do estado de determinado equipamento ou sistema, efetuados em intervalos de tempo constantes ou por eventos.
- Módulo - Dispositivo fabricado em um cartão de circuito impresso de dimensões padronizadas e que contenha um conector padrão para acoplamento no *Back Plane*.
- MPU (*Main Processing Unit*) ou UPP (Unidade de Processamento Principal) - A parte do CLP que interpreta e executa o programa aplicativo, geralmente composta por: fonte de alimentação, CPU, memória e alguns módulos de I/O desde que instalados no mesmo *Rack*.
- PADT (*Programming And Debugging Tool*) ou Ferramenta de Programação e Depuração.
- PLC (*Programmable Logic Controller*) ou CLP (Controlador Lógico Programável) - um dispositivo baseado em eletrônica digital, projetado especialmente para operação em ambiente industrial, que utiliza memória programável para armazenamento de instruções orientadas pelo usuário para implementar funções específicas tais como lógica, sequenciamentos, temporização, contagem e matemáticas, para controlar, através de saídas digitais ou analógicas, vários tipos de máquinas e processos.
- Rack ou Gabinete - Construção mecânica para suportar fisicamente o Back-Plane assim como garantir determinado nível de isolamento contra EMI.
- RAS (*Reliability, Availability and Serviceability*) - Funções para que o sistema se torne mais manutenível e melhore o suporte à operação do sistema a CLP.
- Sinal Crítico - Sinal de E/S que caso assuma um estado imprevisto possa causar danos materiais e/ou pessoais.
- TAG ou *TAGNAME* - Padrão para construção de mnemônicos para identificação e/ou classificação de dispositivos ou sinais relativos aos dispositivos.

4.4 Condições Normativas

O projeto e fornecimento de Sistemas Digitais de Controle de Processo - CLP deve atender aos requisitos das Normas e Padrões relacionados em documentos complementares.

4.4.1 Distribuição Interna nos Painéis

A distribuição dos circuitos no interior do painel de controle UTR deve ser feita da seguinte forma:

- Deve existir um disjuntor geral para proteção de cada entrada da alimentação (principal e auxiliares);
- A distribuição de circuitos de corrente alternada, tanto principal como auxiliar, deve ser feita utilizando-se disjuntores, tantos quantos forem necessários, para atender a cada um dos circuitos. A divisão das cargas em circuitos deve manter a individualidade das mesmas, não sendo permitido agrupar cargas com características ou aplicações diferentes em um mesmo circuito;
- Para alimentação de entradas e saídas (E/S), deve-se prever um disjuntor para cada conjunto funcional de Entrada e para cada conjunto funcional de Saída, sendo um mínimo de um disjuntor por cartão;
- A alimentação de corrente contínua deve ser obtida de fonte de tensão 220 Vca-24 Vcc, tipo chaveada, imune a interferências eletromagnéticas, inclusive rádio frequências. A partir da fonte de alimentação deve ser utilizado quadro de distribuição de 24 Vcc com disjuntores para cada circuito;
- Na alimentação de instrumentos, cada fonte deve alimentar no máximo oito instrumentos;
- Tensões acima de 220 Vca não são permitidas no interior dos painéis, exceto para a alimentação dos equipamentos auxiliares (tomadas, ventiladores, iluminação, etc.);
- Cada quadro geral de distribuição para Controle e Instrumentação ou quadro de distribuição em 220 Vca ou 24 Vcc, interno ao painel, deve ser projetado, no mínimo, com 20% de circuitos reservas totalizando 10% da potência utilizada. Tais circuitos devem ser completos, com disjuntores, fusíveis de proteção, cabos e bornes, prontos para utilizações futuras;
- A alimentação de tomadas de uso específico, para ligação de microcomputadores e instrumentos de medição, dentro dos painéis deve ser feita em circuito específico e independente da alimentação dos circuitos de

controle, tendo fonte de alimentação de uso geral, tal qual para iluminação e ventilação do painel.

4.4.2 Requisitos Construtivos Gerais de Painéis

4.4.2.1 Grau de Proteção

O grau de proteção do invólucro deve atender aos requisitos da norma NBR-6146 e às definições da Tabela 4.1.

Tabela 4.1 i Grau de Proteção do Invólucro

Local de Instalação	Grau de Proteção
Instalação em área interna abrigada	IP - 55

4.4.2.2 Estruturas e Invólucro

O painel deve ser construído em chapa de aço carbono, de modo a formar uma estrutura rígida, autossustentável e de alinhamento permanente, independente dos esforços de transporte e montagem, de espessura mínima de 2.65 mm (12 usg/msg) para estrutura, placas de montagem, portas e tampa.

A porta deve ser provida de gaxeta de neoprene para impedir a entrada de pó. As dobradiças devem ser instaladas internamente. A fechadura será obrigatoriamente com fecho Lingueta abaulada miolo redondo com regulagem e frontal redondo.

A furação para instalações de componentes na tampa ou porta deve ter o diâmetro de 30.5 mm. Outros valores de diâmetros devem ser previamente aprovados pela CESAN.

A entrada e saída de cabos devem ficar na parte inferior do painel, fechadas com chapas metálicas bipartidas, vedações de forma a garantir um acabamento adequado e proteção passiva contra fogo.

Para instalações específicas, os painéis para instalação externa devem ter grau de proteção IP-67 e dispor de proteção complementar contra chuva.

Para painéis centralizados, deve ser previsto espaço suficiente para acréscimos de equipamentos de, no mínimo, 10% da quantidade instaladas.

A porta do painel do CLP deve possuir janela de policarbonato, aterrado à estrutura da porta para permitir a visualização do estado da CPU e das E/S. Isso caso o fabricante do equipamento garanta a imunidade do CLP à EMI da instalação. Para instalações no campo somente a porta interna deve ser de policarbonato, não sendo permitida a utilização de acrílico.

Os painéis devem ter altura máxima de 2200 mm, com os componentes internos instalados abaixo da altura de 2000 mm.

Nas instalações de barramentos de distribuição, para evitar contato acidental, deve ser instalado uma proteção frontal removível em policarbonato de 4 mm de espessura.

Não é admitida a montagem de componentes na lateral do painel. A montagem de borneiras na lateral pode ser utilizada com prévia aprovação da CESAN.

Os bornes utilizados não podem ser duplos (de dupla camada). Quando necessária, a utilização deste tipo de bornes deve ter prévia aprovação da CESAN.

4.4.2.3 Fiação

O painel deve ser fornecido com toda a fiação e ligações internas executadas em fábrica.

A fiação de controle deve ser feita com cabos formados de condutores de cobre flexível, classe 4 de encordoamento de acordo com as normas NBRNM-247-3 e NBRNM-280. O isolamento dos cabos deve ser para 750 V, de composto de termoplástico (PVC), para temperatura de 70 °C.

As seções mínimas dos condutores devem estar de acordo com a Tabela 4.2.

Tabela 4.2 ĩ Seções Mínimas dos Condutores

Circuito	Seção mínima (mm ²)
Circuitos de alimentação	2.5
Sinais analógicos e digitais internos aos painéis	1.0
Sinais digitais externos aos painéis	1.5
Sinais analógicos externos aos painéis	1.0

Para circuitos conduzindo sinais especiais, analógicos ou digitais, ou para ligações em instrumentos digitais, controladores lógicos programáveis ou microcomputadores, podem ser usados cabos tipo par trançado com blindagem externa, como condutores de seções mínimas de 0,75 mm² desde que recomendados pelos fabricantes dos equipamentos e submetidos para análise e aprovação pela CESAN.

As cores dos isolamentos e da cobertura dos condutores e os materiais devem estar de acordo com a norma ANSI-MC 96.1 e com a Tabela 4.3.

Tabela 4.3 i Cores dos Condutores

Circuito	Cor dos Cabos
Alimentação em 220 Vca, 60 Hz	Preto
Controle em corrente alternada (ca)	Vermelho
Controle em corrente contínua (cc)	Azul
Condutores de aterramento de equipamentos	Verde
Cabos de compensação	Conforme norma específica

Toda ligação externa ao painel deve passar por borneiras com conectores tipo olhal, exceto para aqueles sinais cuja precisão seja afetada por conectores adicionais. Outras soluções devem ser submetidas para prévia aprovação pela CESAN.

Todos os condutores devem ser livres de emendas, ser instalados de forma visível, de fácil acesso e dispostos dentro de canaletas. Outra solução deve ser submetida para aprovação pela CESAN.

As canaletas dos cabos devem ser fixadas em estrutura através de parafusos ou rebites, não sendo permitido o uso de outro tipo de fixação, tais como afixar nas chapas de fechamento do painel.

É proibido o uso de canaletas ou suportes colados nas portas, na placa de montagem e na estrutura do painel.

Todos os contatos disponíveis e não utilizados de componentes e equipamentos devem ser levados a bornes.

Todos os condutores de controle devem ser terminados com conectores de cobre isolados tipo olhal. Devem ser previstos bornes reservas em cada régua terminal, de no mínimo 10% da quantidade de bornes utilizados.

É permitida somente a instalação de no máximo dois condutores individuais conectados em um borne.

As identificações devem ser instaladas em porta-anilhas de plástico transparente possuindo um compartimento para as anilhas e um compartimento para a inserção no cabo. Outro tipo de anilha pode ser utilizada com prévia aprovação da CESAN.

Os condutores devem ser claramente identificados através de anilhas de plástico contendo gravação indelével da mesma identificação indicada no diagrama funcional.

As anilhas não devem ser instaladas com a identificação em posição invertida ou de difícil leitura.

A identificação da fiação deve ser feita por potencial. A mesma anilha deve ser colocada nas duas extremidades do condutor.

A composição da identificação da anilha deve incorporar: o endereço do diagrama funcional, a coluna e linha da respectiva folha (levando-se em consideração o ponto de origem da linha, onde o cabo aparece pela primeira vez no diagrama funcional).

Para sinais analógicos devem ser utilizados bornes com chave de desconexão e fusíveis de proteção, com indicação de fusível aberto.

Para sinais discretos devem ser utilizados bornes com fusíveis individuais, com indicação de fusível aberto.

Em função da aplicação, deve ser definido junto à CESAN a utilização de bornes fusíveis, com indicação adicional do estado dos fusíveis por meio de contato elétrico para interface com o sistema de controle.

As borneiras devem ser identificadas de forma clara e a identificação deve estar relacionada com o número da página e coluna do diagrama esquemático onde esta é representada. Outros tipos de identificação devem ser submetidos para aprovação pela CESAN.

4.4.2.4 Aterramento

Os instrumentos, circuitos de sinal e painel devem ser aterrados conforme requisitos da CESAN, bem como atender aos requisitos específicos a seguir.

Os transformadores, as fontes auxiliares e os equipamentos em geral devem ser aterrados diretamente na barra geral de aterramento de cobre eletrolítico, instalada na parte inferior interna do painel.

Os circuitos de sinal e as blindagens dos cabos de sinal devem ser ligados a uma barra de cobre para aterramento isolada da estrutura do painel.

Deve existir aterramento entre a tampa e a estrutura do painel, feito através de cordoalhas ou cabos isolados na cor verde, encordoamento classe 5.

4.4.2.5 Identificações

No painel deve ser fixada uma placa de identificação, na parte frontal inferior, contendo os seguintes dados, no mínimo.

- Nome ou marca comercial do fabricante;
- Número da série de fabricação;
- Ano de fabricação;

- Número do desenho CESAN;
- Peso (kg).

Na parte superior frontal, lado esquerdo, deve ser fixado uma placa de identificação do painel.

Todos os dispositivos de comando, de sinalização e instrumentos montados na parte frontal do painel, ou tampa da mesa, quando aplicável, devem ser identificados com plaquetas aparafusadas ou rebitas com dizeres de acordo com a função indicada no diagrama funcional.

A identificação dos componentes no painel deve ser a mesma adotada para identificar os componentes no desenho.

Os equipamentos e componentes montados internamente devem ser identificados por meio de plaquetas de acrílico aparafusadas, rebitas ou coladas ou através de mini crachá com dizeres conforme o diagrama funcional, de modo que não haja dúvidas quanto à identificação.

Todas as placas e plaquetas de identificação devem ser de acrílico de fundo branco e letras de cor preta ou mini crachá, exceto para aplicações de alta agressividade, onde plaquetas em aço inox, gravadas em baixo relevo, devem ser usadas. Essa identificação não deve ser fixada nos componentes.

Todos os dizeres das placas de identificações devem ser em português, estarem de acordo com o padrão da CESAN.

Cada borneira deve possuir identificação de acordo com o desenho esquemático, possivelmente usando a letra ÑXò mais o número da página onde estão representados os sinais respectivos.

Bornes, cabos, borneiras, etc., devem possuir identificação individual de maneira clara, com material indelével e de forma que a leitura da identificação possa ser feita de forma direta.

4.4.2.6 Padronização de Componentes

Dentro do painel, deve haver uma padronização de fabricante dos componentes. Os componentes para uma mesma aplicação / função (controle, manobra, etc.) devem ser de um mesmo fabricante. Os casos de exceção devem ser previamente aprovados pela CESAN.

4.4.2.7 Acessórios

O painel deve ter parafusos tipo olhal na parte superior, para içamento e movimentação.

O painel deve possuir a porta com trinco e fechadura. Dobradiças, trincos, travas e trancas das gavetas devem ser de aço com acabamento bi cromatizado.

O painel deve possuir iluminação interna em todas as suas seções, com acendimento automático instalado junto à abertura de cada porta. As condições de interferência eletromagnética devem ser observadas na escolha do tipo de lâmpada.

No interior do painel, na parte frontal devem ser instaladas, para facilidade de manutenção, tomadas tipo 2P+T de 220 Vca, 10 A, alimentadas a partir de circuito de uso geral.

4.4.3 Sistema de Controle Digital

Os sistemas de controle digitais compreendem todos os equipamentos necessários à implementação do controle de processo, que se conectam aos instrumentos, sensores e atuadores de campo, formando as malhas de controle.

4.4.3.1 Características Gerais

Fazem parte sistema de controle digital os sensores, transmissores, equipamentos de medição, analisadores, atuadores, CLPs, controladores *Fieldbus*, estações de operação, redes de dados, estações de monitoração e estações de engenharia, bem como todos os *softwares* e aplicativos necessários ao seu funcionamento e manutenção / troubleshooting.

O sistema de controle deve permitir a realização de diagnósticos dos equipamentos e instrumentos, especialmente aqueles relacionados aos equipamentos ligados. Todas as ferramentas de diagnóstico devem estar incluídas na configuração e fornecimento do mesmo.

4.4.3.2 Requisitos Gerais Para CLP

O CLP deve permitir programação *on-line* sem interrupção do processamento de controle. Sua especificação deve ser baseada conforme a topologia de rede do projeto de automação.

Em caso de falha interna do CLP deve existir um estado de segurança configurável, previamente definido pelo fabricante ou pelo usuário, que garanta as condições de segurança do processo.

A fonte de alimentação deve ter capacidade para suprir qualquer combinação de módulos no rack a que se destina.

Todos os módulos devem possuir proteção contra sobrecorrente, sobretensão, subtensão e ruídos elétricos/eletromagnéticos (EMI) presentes em instalações industriais.

A proteção contra EMI deve ser uma característica do projeto do CLP. Não é permitida a utilização de acessórios supressores externos a qualquer módulo.

Devem ser utilizadas estações remotas conectadas por fibra ótica em casos onde não seja possível eliminar o efeito da EMI (ex. cabos muito longos próximos a cabos de potência).

Todo PLC, após a etapa de comissionamento, deve possuir reserva de 20% da capacidade de processamento e da memória (programação e I/O separadamente) além da memória utilizada com o programa aplicativo.

Todos os controles, sequenciamentos e intertravamentos devem ser implementados em CLP, não sendo aceitos programadores ou sequenciadores dedicados ou painéis com lógica de relés.

Utilizar critério de controle distribuído, dividindo as áreas funcionais do processo, considerando funções vitais e as áreas comuns.

Deverão permitir também transmissão de dados via GSM/GPRS para o centro de Controle operacional da CESAN, aproveitando a estrutura física existente.

4.4.3.3 Requisitos de Hardware para CLP

O CLP deve atender a todos os requisitos da IEC-61131 parte 2 *Equipment Requirements and Tests*

Em sistemas distribuídos, a configuração deve permitir a instalação de módulos remotos até a distância de 1000 m.

Ser apropriado para instalações industriais com alto nível de ruído eletromagnético (EMI), ambiente poluído, sem ar condicionado, temperatura entre 0°C e 60°C e umidade relativa entre 10% e 90%.

Possuir dispositivo de interface (porta serial, Ethernet, etc.) para a conexão com microcomputador de manutenção.

Possuir indicações para os estados possíveis (RUN, HALT, Falha, Force, etc.) de forma que possam ser verificados através de simples inspeção visual sem a necessidade de qualquer dispositivo acessório (RAS).

Possuir indicação visual / luminosa para os estados das E/S.

Os módulos de E/S devem ser isolados eletricamente dos circuitos internos (acoplamento ótico ou relés nas saídas), com os seguintes níveis de sinais, típicos:

- Entrada discreta: preferencialmente 220 Vca. O uso de 24 Vcc ou outros níveis de tensão deve ser aprovado pela CESAN;
- Saída discreta: contato seco ou Triac, com alimentação da saída em 220 Vca, ou 24 Vcc (com aprovação prévia da CESAN);
- Entradas e saídas analógicas: preferencialmente 4 ÷ 20 mA, podendo, sob aprovação da CESAN, ser de 0 - 5 V, 0-10 V, +/- 10 V.

A substituição de qualquer módulo deve ser feita de maneira fácil sem a necessidade de qualquer dispositivo especial.

Os módulos de E/S e comunicação devem permitir a substituição sem a necessidade de desligamento de qualquer unidade ou desconectar qualquer cabo.

Para cada tipo de E/S deve existir uma reserva instalada de no mínimo 10% dos pontos e capacidade de expansão de no mínimo 30%, por painel (considerando-se também espaço reserva no *rack*).

Microcomputadores PC-Compatíveis devem funcionar normalmente como estação de programação de uso geral (PADT). Caso exista um dispositivo de programação especial deve ser possível a realização de todas as funções do mesmo no micro computador.

Todos os módulos de processamento e comunicação devem possuir memória não volátil para armazenamento de códigos de erro (RAS). A informação deve subsistir mesmo em caso de falha interna.

4.4.3.4 Requisitos de Software para CLP

Alterações no *software* devem ser possíveis tanto ON-LINE como OFF-LINE.

Forçesõ devem ser indicados de maneira diferenciada permitindo a rápida identificação.

Deve possuir funções de pesquisa e substituição de elementos do programa.

Deve suportar comentários de instrução e de linhas.

Deve suportar utilização de mnemônicos (TAGs) como sinônimos de endereços de E/S com um mínimo de 12 caracteres.

A ferramenta de programação e depuração (PADT) deve ter as funções críticas (alterar, configurar, etc.) classificadas e acessadas através de senhas.

O Sistema Operacional da estação de programação de uso geral deve ser *Windows®* NT 4.0 ou superior.

Backups dos aplicativos devem ser armazenados, a critério do usuário, em qualquer unidade de armazenamento integrante da estação de programação, inclusive unidades de rede e deve ser previsto um sistema de gerenciamento de alterações e geração automática de *backup*.

Para sistemas em rede, a estação de engenharia (estação onde a PADT é instalada) deve possuir recursos para conexão na mesma, sem que seja necessário desconectar ou conectar outro dispositivo, possibilitando o acesso a qualquer nó.

Para sistemas em rede a estação de operação deve possuir recursos para manutenção (inclusive otimização do desempenho) e diagnóstico na mesma.

Todas as licenças de *software* necessárias ao funcionamento de qualquer equipamento digital (CLP, controlador, microcomputador, programador, IHM, etc.) devem ser fornecidas e registradas em nome da CESAN, com garantia de atualização de versão durante o período de garantia dos equipamentos e sistemas.

Ferramentas de gerenciamento de desenvolvimento e de modificações de *software* no sistema de controle devem ser fornecidas.

4.4.3.5 Requisitos Adicionais de Software para CLP

A linguagem de programação padrão deve ser Diagrama *Ladder* (LD), Tabela de Função Sequencial (SFC), Lista de Instruções (IL), Diagrama de Blocos de Função (FBD) ou Texto Estruturado (ST), de acordo com o padrão IEC 61131-3.

Para sistemas com mais de 256 pontos de E/S ou utilizando memória superior a 16 Kwords deve permitir a programação em FB® (*Function Blocks*) e STL (*Statement List*) de acordo com o padrão IEC 61131-3.

Em sistemas cuja capacidade máxima é maior do que 1024 pontos de E/S, o CLP deve possuir funções de depuração inclusive funções de histórico (LOG).

Todo o código do aplicativo deve ser aberto e deverá ser comentado. A existência de código fechado no *software* aplicativo deve ser informada previamente à CESAN para aprovação. A lógica de funcionamento do sistema de automação deverá ser previamente apresentada a CESAN para aprovação

O Sistema Operacional da estação de programação de uso geral deve utilizar *software Windows®* com versão aprovada previamente pela CESAN.

4.4.3.6 Instalação

Toda a instalação deve seguir os requisitos estabelecidos pela CESAN.

O CLP deve ser instalado em painel individual, autossustentável e possuir os requisitos do capítulo 4 deste Padrão.

Todos os pontos de E/S devem ser primeiramente conectados a régua de terminais no painel do CLP e da régua de terminais para o campo. Cada bloco da régua de terminais deve possuir o mesmo número de terminais que o módulo de E/S ao qual estiver conectada.

Não são permitidos supressores para eliminação de correntes induzidas. Quando houver esta probabilidade devem ser previstos módulos especiais e/ou rota de cabos especiais.

Em painéis de apenas uma porta ou porta dupla não devem ser instalados cabos e/ou circuitos de potência.

Em caso de diferentes níveis de tensão para os diversos sinais devem ser configuradas fontes apropriadas para cada nível, com os terras devidamente compatibilizados. A utilização de resistores ou qualquer outro divisor passivo não é permitido.

Não é permitida a utilização de resistores para compatibilização de sinais diferentes (ex. Corrente/Tensão).

Em painéis com múltiplas portas e na existência de cabos e/ou circuitos de potência, o cubículo onde o CLP é instalado deve ser delimitado por chapas laterais, ou seja, não pode haver comunicação entre um cubículo e outro.

Não é permitida a instalação de dispositivos geradores de EMI (inversores, conversores, etc.) no mesmo cubículo que o CLP.

Painel, cubículo ou gabinete não deve ser conectado a outro por *plug*, exceto com prévia aprovação da CESAN.

Switches, *Hubs*, Roteadores, distribuidores e outros dispositivos exclusivos de rede devem ser instalados em gabinetes exclusivos.

4.4.3.7 Funções RAS

A Função RAS deve possuir as seguintes características básicas:

- Auto diagnóstico na partida;
- Auto diagnóstico em *run-time*;

- Registro de eventos/erros (log);
- Proteção de memória;
- Monitoração do tempo de execução;
- Detecção de erro em qualquer módulo;
- Detecção de falha na alimentação.

Estas funções devem ter alarmes e sinalizações de falha de sistema ou módulos indicada no sistema supervisorio (IHM).

4.4.3.8 Variáveis do Sistema do CLP:

O CLP deverá controlar, comandar e monitorar as seguintes variáveis abaixo listadas enviando todos os sinais analógicos e digitais para o Centro de Controle Operacional da CESAN via Rádio. As variáveis a serem monitoradas são:

- Partida e parada dos motores de 3 cv;
- Alternância de funcionamento dos motores/bombas de 3 cv;
- Sinalização de defeito das bombas/motores;
- Comunicação via Rádio Remote, tipo *Acess Point* com antena Yagi e apontada para Centro de Operação da CESAN, o protocolo de comunicação com a UTR deverá ser o MODBUS. Importante lembrar que será necessário o estudo de Rádio enlace para definir o correto posicionamento e especificação técnica da antena e rádio.

4.4.4 Documentação

Este item trata exclusivamente da documentação a ser fornecida pelo fabricante do CLP ou documentação relativa ao processo, tais como, descrição funcional, memórias de cálculo, fluxogramas, etc., que devem ser tratadas na especificação técnica do sistema/planta a ser controlada/automatizada:

- A língua padrão é a portuguesa, podendo ser usado como alternativa a língua inglesa, sob aprovação prévia da CESAN;
- Fornecer manuais de instalação e configuração para todos os módulos;
- Fornecer manuais de manutenção que devem conter no mínimo **Troubleshooting** e recomendações para substituição;
- Fornecer manuais de programação para os módulos que executam funções de processamento;
- Fornecer manual de programação da CPU;

- Fornecer documento(s) com informação sobre a organização lógica do CLP ou tais como: organização da memória (capacidade, tipo, tamanho da palavra, etc.), modos de I^2C características do sistema operacional (interrupções, multitarefa, serviços, etc.), RAID, etc. Estas informações podem estar contidas nos outros manuais desde que a identificação seja clara e a localização seja fácil;
- Fornecer manual da ferramenta de Programação e Depuração (PADT);
- Em caso de redes não padronizadas pela IEEE ou ISO, a especificação da mesma deve ser fornecida à CESAN mesmo que seja uma rede proprietária;
- Deve ser fornecida a especificação de qualquer protocolo que seja utilizado para troca de informações entre quaisquer dispositivos;
- Deve ser feita a documentação do desenvolvimento no programa do CLP ou (*ladder*, SFC, linguagem estruturada, diagrama de blocos, etc.) com comentários em cada linha de programa e em cada rotina, que expliquem claramente a função de cada item do programa.

ANEXOS

ANEXO 01 – ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DO INVERSOR DE FREQUÊNCIA

Inversor de frequência, para acionamento de motor assíncrono de indução trifásico, com rotor tipo gaiola, utilizado em sistemas de bombeamento de água.

Especificações:

- Potência: 3cv ÷ 2,2 Kw;
- Frequência: 60Hz;
- Tensão de alimentação trifásica, 220 Vac;
- Corrente nominal de saída contínua: 1,25 x In;
- Sobrecarga: 110% da corrente nominal;
- Fator de potência maior que 0,95;
- Desbalanceamento entre fases menor que 3%;
- Grau de proteção do equipamento: ip55;
- Método de controle, PWM senoidal, regulador de corrente, fluxo e Velocidade implementados via software (full digital);
- Tipo de controle vetorial sensorless (sem encoder);
- Chaveamento transistores IGBT: Seleção de frequências 2,5 / 5 / 10Khz;
- Variação de frequência, 0 a 100 hz (para rede em 60 hz);
- Regulação: 0,5% da velocidade nominal;
- Tensão de saída, 0 a 100% da tensão de alimentação;
- Adequado a trabalho com bomba centrífuga (carga quadrática);
- Rendimento maior que 95%;
- Resolução de saída 0,01 Hz;
- Temperatura de operação, 0 a 50°C (sem redução da corrente Nominal de saída);
- Umidade relativa máxima, 90% sem condensação;
- Duas entradas analógicas (0-10v/ 4 a 20mA resolução mínima de 10 bits) selecionadas através de chaves;
- Entradas analógicas e digitais;
- Saídas analógicas e digitais a relé;
- Fonte interna de alimentação 24 Vdc
- Porta serial USB ou RS485, com protocolo modbus;
- Software utilizado para parametrização, monitoramento e operação;

- Leitura automática da impedância e resistência do motor, sem giro;
- Proteção de bomba seca;
- Detecção de baixa vazão;
- Redução automática do Set Point em baixas frequências;
- Rampa em 2 (dois) estágios para aceleração/desaceleração;
- Rampa especial para preenchimento da tubulação (evitar rompimentos);
- Detecção de vazamento na tubulação;
- Múltiplos *set-ups* (mínimo de 2 *set-ups*);
- Relógio de tempo real (com possibilidade de seleção de dias úteis);
- *Sleep Mode*;
- Partida de bombas em cascata (com alternância);
- Função especial para redução do consumo de energia;
- Proteção das configurações por senha;
- Controle PID (possibilidade de auto ajuste do PI);
- Proteções:
 - Sobretensão e subtensão no circuito intermediário;
 - Sobrecorrente e subcorrente no circuito intermediário;
 - Sobrecorrente na saída;
 - Sobretemperatura no conversor;
 - Sobretemperatura e sobrecarga no motor;
 - Sobrecarga no resistor de frenagem
 - Falta de fase na alimentação;
 - Curto-circuito na saída;
 - Curto-circuito fase-terra na saída;
 - Ligação Invertida Motor;
 - Falta de fase na alimentação, falta de fase na saída (motor);
 - Erro na CPU (Watchdog);
 - Erro de programação;
 - Erro de comunicação (IHM / Fieldbus)

ANEXO 02 – LISTA DE MATERIAIS

A lista de material contempla todos equipamentos, dispositivos e miscelâneas necessárias para a completa montagem dos projetos elétrico/automação e de SPDA do *booster* ARIBIRI.

Segue a lista de materiais apresentada na Tabela A1.1.

Tabela A1.1 – Lista de Materiais do Projeto Elétrico/Automação e de SPDA.

ITEM	DESCRIÇÃO	QUANT.	UNID.
1	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM GERAL		
1.1	ABRAÇADEIRA TIPO COPO, 1.1/2"	2	pç
1.2	ABRAÇADEIRA TIPO COPO ¾"	6	pç
1.3	BUCHA E ARRUELA PARA ELETRODUTO 1.1/2"	4	pç
1.4	CABEÇOTE METÁLICO, 1.1/2"	1	pç
1.5	CABO COAXIAL DE BAIXA PERDA PARA RÁDIO MODEM 900MHz (DEPENDENDO DO ESTUDO DE RÁDIO ENLACE)	15	m
1.6	CABO DE COBRE #16mm², 0.6/1 kV, XLPE EPR/90°C, COR PRETA, (RÍGIDO CLASSE 2)	60	m
1.7	CABO DE COBRE #16mm², 0.6/1 kV, XLPE EPR/90°C, COR AZUL (RÍGIDO CLASSE 2)	20	m
1.8	CABO DE COBRE #2,5mm², 750 V, PVC/70°C, COR PRETA	50	m
1.9	CABO DE COBRE #2,5mm², 750 V, PVC/70°C, COR BRANCA	9	m
1.10	CABO DE COBRE #2,5mm², 750 V, PVC/70°C, COR AZUL	15	m
1.11	CABO DE COBRE #2,5mm², 750 V, PVC/70°C, COR VERDE	20	m
1.12	CAIXA PARA MEDIDOR POLIFÁSICO PADRÃO EDP ESCELSA (VER DETALHE 04-NOTAS A E B, PROJ. ELÉTRICO FOLHA 02/02)	1	pç
1.13	CAIXA DE PASSAGEM, ALVENARIA OU FERRO GALVANIZADO, CxLxP (300x300x300mm)	1	pç
1.14	CURVA 90° DE PVC, ROSCÁVEL ¾"	6	pç
1.15	CURVA 90° DE PVC, ROSCÁVEL 1"	6	pç
1.16	CURVA 90° DE PVC, ROSCÁVEL 1.1/2"	4	pç
1.17	ELETRODUTO PVC RÍGIDO ROSCÁVEL ¾"	15	m
1.18	ELETRODUTO PVC RÍGIDO ROSCÁVEL 1"	6	m
1.19	ELETRODUTO AÇO GALVANIZADO 1.1/2"	18	m
1.20	ELETRODUTO TIPO SEALTUBE ¾"	4	m
1.21	ELETRODUTO TIPO SEALTUBE 1"	2	m
1.22	LUMINÁRIA MODELO WYN-26 WETZEL PARA LÂMPADA FLUORESCENTE DE ATÉ 100W	1	m
1.23	LUVA DE PVC, ROSCÁVEL ¾"	3	pç
1.24	LUVA DE PVC, ROSCÁVEL 1"	3	pç
1.25	LUVA DE PVC, ROSCÁVEL 1½"	6	pç
1.26	MINIDISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO TRIPOLAR 40A, 220V, Icc=10*In, CURVA C	1	pç
1.27	NIPLE PVC RÍGIDO 1.1/2"	2	pç

ITEM	DESCRIÇÃO	QUANT.	UNID.
1.29	TOMADA 2P + TERRA, 10 [A]	1	pç
1.30	LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA, 127V, 100W	1	pç
1.31	INTERRUPTOR MONOPOLAR 10 [A]	1	pç
1.32	POSTE RETO ENGASTADO DE AÇO GALVANIZADO À FOGO COM Ø60mm NO TOPO ALTURA ÚTIL 5000mm	1	pç
1.33	CABO DE INSTRUMENTAÇÃO, 1x(4P#1,5mm²), PVC/E (105°C), ENCORDAMENTO CLASSE 2, TENSÃO DE ISOLAMENTO 300 V, BLINDADO PARA SINAL, TIPO BELDEN POLIRON ITA 215 ITA 04 FR OU SIMILAR	15	m
2	PAINEL UTR		
2.1	MINIDISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO, TETRAPOLAR, CURVA C, In=20 [A], Icc=10*In, 220V	1	pç
2.2	BLOCO DE CONTATO AUXILIAR COM NA, NF PARA MINIDISJUNTOR	1	pç
2.3	TRANSFORMADOR DE CORRENTE, 50/5A, Ith = 60*In, 3C2,5	3	pç
2.4	BLOCO DE AFERIÇÃO PARA TRÊS TCs, In = 20A, V = 600V	1	pç
2.5	MINIDISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO, TRIPOLAR, CURVA C, In=10 [A], Icc=10*In, 220V	1	pç
2.6	MEDIDOR MULTIFUNÇÃO	1	pç
2.7	BARRAMENTO DE COBRE, In = 48A, 230V, Icu = 10KA, HxP = 1/4"x1/8"	3,20	m
2.8	PROTETOR DE SURTO CLASSE I/II	4	pç
2.9	CHAVE SECCIONADORA SOB CARGA, SACA FUSÍVEL, 3 POLOS, ATÉ 100A PADRÃO IEC IP 55	2	pç
2.10	FUSÍVEL ULTRA RÁPIDO NH aR, 20A, TRILHO DIN REF.: FNH 00-20K-A	6	pç
2.11	MANOPLA ROTATIVA COM HASTE PARA ACIONAMENTO EM PORTA DO PAINEL P/ FSW100-3	2	pç
2.12	INVERSOR DE FREQUÊNCIA, POTÊNCIA: 2,2 kW, 2,9HP, In = 10,5 A, IP55/NEMA 12	2	pç
2.13	MINIDISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO, MONOPOLAR, CURVA C, In=10 [A], Icc=10*In, 127V	1	pç
2.14	MINIDISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO, MONOPOLAR, CURVA C, In=16 [A], Icc=10*In, 127V	2	pç
2.15	TOMADA 2P + TERRA, 10 [A]	1	pç
2.16	FONTE DE ALIMENTAÇÃO TRILHO DIN, CHAVEADA, MONOFÁSICA, SAÍDA: 24Vcc/5A	1	pç
2.17	LÂMPADA FLOURESCENTE COMPACTA, 127V, 20W	1	pç
2.18	MICRO -SWITCH FIM DE CURSO AB PINO SIMP.1NF+1NA	1	pç
2.19	CONJUNTO DE VENTILAÇÃO 19W, 0,09, 60HZ	4	pç
2.20	SINALEIRO 22mm LED - VERMELHO	2	pç
2.21	MINIDISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO, MONOPOLAR, CURVA C, In=10 [A], Icc=10*In, 127V	1	pç
2.22	MINIDISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO, BIPOLAR, CURVA C, In=10 [A], Icc=10*In, 220V	2	pç
2.23	NOBREAK, 600 VA, BIFÁSICO 220 VAC, SAIDA 115 VAC	1	pç
2.24	MINIDISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO, MONOPOLAR, CURVA C, In=10 [A], Icc=10*In, 127V	1	pç
2.25	PLC 14 ENTRADAS DIGITAIS 10 SAIDAS DIGITAIS	1	pç
2.26	MÓDULO DE COMUNICAÇÃO RS-232 RS-485	1	pç
2.27	MÓDULO ETHERNET	1	pç
2.28	MÓDULO DE EXPANSÃO COM 6 ENTRADAS ANALÓGICAS	1	pç

ITEM	DESCRIÇÃO	QUANT.	UNID.
2.29	RADIO MODEM (DEPENDENDO DO ESTUDO DE RADIO ENLACE)	1	pç
2.30	ANTENA YAGI GANHO 17 dBi 900 MHZ L=153cm, COMUNICAÇÃO RADIO ENLACE (DEPENDENDO DO ESTUDO DE RADIO ENLACE)	1	pç
2.31	MINIDISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO, MONOPOLAR, CURVA C, In=10 [A], Icc=10*In, 127V	1	pç
2.32	SUPRESSOR DE SURTO PARA ANTENA	1	pç
2.33	MINIDISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO, MONOPOLAR, CURVA B, In=2 [A], Icc=10*In, 24Vcc	2	pç
2.34	FUSÍVEL DE VIDRO 0,1 A	2	pç
2.35	BASE PARA FUSÍVEL DE VIDRO	2	pç
2.36	SUPRESSOR DE SURTO PARA ENTRADA ANALÓGICA	2	pç
2.37	CHAVE SELETORA, 2 POSIÇÕES, COR PRETA	1	pç
2.38	RELÉ TN, DIMENSÕES CxLxHmm (28x21,5x35) 2 CONTATOS REVERSÍVEIS, ALIM.BOBINA 220 VAC	2	pç
2.39	SOQUETE PARA RELÉ MONTAGEM EM TRILHO DIN	2	pç
2.40	PAINEL METÁLICO 1200mm X 800mm X 300mm	1	pç
2.41	PLACA PARA MONTAGEM DA UTR ĩ SOB MEDIDA PARA O PAINEL	1	pç
03	SPDA - MALHA DE ATERRAMENTO		
3.1	ARAME DE AÇO GALVANIZADO 12 BWG	6	kg
3.2	ARRUELA DE PRESSÃO 1/4"	2	pç
3.3	BOX RETO DE ALUM. FUND., ROSCA EXTERNA 1ø	2	pç
3.4	CABO DE COBRE NÚ #16mm² 7 FIOS NBR 6524	15	m
3.5	CABO DE COBRE NÚ #25mm² 7 FIOS 2,06mm NBR 6524 REF.: MON-202	15	m
3.6	CABO DE COBRE RÍGIDO ISOLADO #2.5mm² - EPR 90 °C 0,6/1kV COR VERDE	7	m
3.7	CAIXA DE INSPEÇÃO TIPO SOLO EM PVC ø30cm; REF.:MON-713 (MONTAL)	2	pç
3.8	CONJUNTO DE MASTRO DE 10m, COM CAPTOR FRANKLIN DE 300 mm REF.: MON-141 + MON-101	1	pç
3.9	FIXADOR UNIVERSAL DE SPDA ESTANHADO REF.: TEL-5019	1	pç
3.10	GRAMPO ESTANHADO 5/8" x 3/4" REF.: MON-433	4	pç
3.11	HASTE ATERRAMENTO TIPO COOPERWELD 5/8"x2,4m ALTA CAMADA (254ømm) REF.: MON-702	4	pç
3.12	PARAFUSO ALUMÍNIO CABEÇA CHATA 1/4"x5/8" REF.: TEL-5321	2	pç
3.13	PARAFUSO INOX 5/16"x1.1/4" REF.: MON-510	1	pç
3.14	PORCA ALUMÍNIO SEXTAVADA 1/4" REF.: TEL-5313	2	pç
3.15	SOLDA EXOTÉRMICA Nº 90 REF.: MON-806 + MOLDE REF.: GY-5/8ø16C	4	pç
3.16	SOLDA EXOTÉRMICA + MOLDE REF.: TEL HTH-5/8ø20	4	pç
3.17	TAMPA PARA CAIXA DE INSPEÇÃO TIPO SOLO DE FERRO FUNDIDO PARA PASSEIO; REF.:MON-718 (MONTAL)	2	pç
3.18	TERMINAL DE PRESSÃO #25 mm² TIPO TA REF.: MON-453	1	pç

ANEXO 03 – DESENHOS DO PROJETO ELÉTRICO E DE SPDA

Segue abaixo a lista de desenhos do projeto elétrico e de SPDA, identificados pelos números da CESAN.

Tabela A3.1 – Lista de Desenhos do Projeto Elétrico e de SPDA.

	NÚMERO DA CESAN	REFERÊNCIA DO DESENHO	SITUAÇÃO
1	A-050-000-60-6-XX-0082	UNIFILAR, QD. CARGAS, PERSPECTIVA, LM, PLANTA BAIXA E SITUAÇÃO.	Emissão
2	A-050-000-60-6-XX-0083	DIST. DE LUZ FORÇA E INSTRUMENTAÇÃO, CORTES, VISTAS E DETALHES	Emissão
3	A-050-000-60-6-XX-0084	SUBSISTEMA DE CAPTAÇÃO, ATERRAMENTOS, DETALHES E LISTA DE MATERIAIS	Emissão

ANEXO 04 - DESENHOS DO PROJETO DE AUTOMAÇÃO

Segue abaixo a lista de desenhos do projeto de automação, identificados pelos números da CESAN.

Tabela A4.1 – Lista de Desenhos do Projeto de Automação.

	NÚMERO DA CESAN	REFERÊNCIA DO DESENHO	SITUAÇÃO
1	A-050-000-60-6-XX-0085	APRESENTAÇÃO	Emissão
2	A-050-000-60-6-XX-0086	LISTA DE DOCUMENTOS	Emissão
3	A-050-000-60-6-XX-0087	FOLHA DE DADOS	Emissão
4	A-050-000-60-6-XX-0088	APARELHOS POR LETRAS	Emissão
5	A-050-000-60-6-XX-0089	SIMBOLOGIAS	Emissão
6	A-050-000-60-6-XX-0090	NOTAS TÉCNICAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	Emissão
7	A-050-000-60-6-XX-0091	LISTA DE PLAQUETAS	Emissão
8	A-050-000-60-6-XX-0092	DIAGRAMA TRIFILAR (1/3)	Emissão
9	A-050-000-60-6-XX-0093	DIAGRAMA TRIFILAR (2/3)	Emissão
10	A-050-000-60-6-XX-0094	DIAGRAMA TRIFILAR (3/3)	Emissão
11	A-050-000-60-6-XX-0095	ALIMENTAÇÃO DO CLP E RÁDIO MODEM E COMANDO	Emissão
12	A-050-000-60-6-XX-0096	ENTRADAS DIGITAIS	Emissão
13	A-050-000-60-6-XX-0097	ENTRADAS ANALÓGICAS	Emissão
14	A-050-000-60-6-XX-0098	DIAGRAMA FUNCIONAL – INVERSOR DE FREQUÊNCIA	Emissão
15	A-050-000-60-6-XX-0099	INTERLIGAÇÃO DAS BORNEIRAS (1/3)	Emissão
16	A-050-000-60-6-XX-0100	INTERLIGAÇÃO DAS BORNEIRAS (2/3)	Emissão
17	A-050-000-60-6-XX-0101	INTERLIGAÇÃO DAS BORNEIRAS(3/3)	Emissão
18	A-050-000-60-6-XX-0102	LISTA DE MATERIAIS DETALHADA	Emissão
19	A-050-000-60-6-XX-0103	DETALHES DE COMPONENTES DO PAINEL UTR	Emissão
20	A-050-000-60-6-XX-0104	PLAQUETA DE IDENTIFICAÇÃO DO PAINEL UTR	Emissão
21	A-050-000-60-6-XX-0105	LAYOUT DO PAINEL UTR	Emissão