
PADRÃO TÉCNICO

P.417 / 1

MEMORIAL DESCRITIVO

**PAINEL DE AUTOMAÇÃO – PDA
PARA ACIONAMENTO DE ELEVATÓRIAS DE ÁGUA
COMPOSTAS DE 3 (2+1) CONJUNTOS MOTOBOMBA**



SUMÁRIO

1	DIRETRIZES PARA UTILIZAÇÃO DESTE PROJETO PADRÃO	2
1.1	Introdução	2
1.2	Considerações para utilização	2
2	MEMORIAL DESCRITIVO	3
2.1	Introdução	3
2.2	Descritivo funcional	4
2.2.1	Modos de operação	4
2.2.1.1	Modo MANUTENÇÃO	4
2.2.1.2	Modo de operação LOCAL	4
2.2.1.3	Modo de operação AUTO (Automático)	5
2.2.2	Seleção e rodízio dos conjuntos motobomba	10
2.2.3	Partida do conjunto reserva	10
2.2.4	Bloqueio da operação simultânea dos conjuntos motobomba	10
2.2.5	Proteção de sucção	10
2.2.5.1	Opção 1: Pressostatos instalados no barrilete de sucção	10
2.2.5.2	Opção 2: Chave boia instalada em poço de sucção	11
2.2.5.3	Opção 3: Transmissor de pressão instalado no barrilete de sucção ou nível de reservatório de montante	11
2.2.6	Atuação do botão emergência	11
2.2.7	Bloqueio de partida	12
2.3	Programa aplicativo do CLP	12
2.4	Sistema de Telemetria	13
2.5	Operação Remota	14
2.6	Relação de Entradas e Saídas do CLP	15
3	PLANILHA DE MAPEAMENTO MQTT E COMISSONAMENTO	16
4	LICENÇA DE PROGRAMAÇÃO DO CLP	20
5	ENTREGA DA APLICAÇÃO DE CLP	20
6	MANUAL DE CONFIGURAÇÃO DA APLICAÇÃO CLP	20
7	ANEXO 1 – CONTROLE DE REVISÃO	21

1 DIRETRIZES PARA UTILIZAÇÃO DESTE PROJETO PADRÃO

1.1 Introdução

A documentação que compõe o projeto do Painel de Automação – PDA Padrão Técnico P.417 é composta deste memorial descritivo, da folha de dados, dos diagramas de força, funcional e layout além das prescrições das normas COPASA T.255 e T.263.

Este projeto padrão deve ser utilizado para a fabricação de Painéis de Automação - PDA para elevatórias de água ou *boosters* compostos de 3 (três) conjuntos motobomba, sendo um reserva. O painel deve ser fornecido com Controlador Lógico Programável (CLP) programado para acionamento da elevatória ou *booster* conforme requisitos descritos no presente memorial descritivo.

Conforme projetado, esse CLP é conectado a um modem celular para envio dos dados de telemetria da elevatória ou *booster* para monitoramento remoto no Sistema Integrado de Supervisão da Copasa, o Copasis. A transmissão de dados deve ser realizada por meio do protocolo MQTT, utilizando rede de telefonia celular em APN privada e dedicada da COPASA.

O quadro deve, obrigatoriamente, ser fornecido com CLP programado pelo fornecedor do painel seguindo os requisitos funcionais descritos a seguir.

Observa-se que o automatismo descrito neste documento deve ser implantado para os casos em que o fornecimento compreende exclusivamente o fornecimento do painel. Para os casos onde o escopo de fornecimento incluir o fornecimento e instalação do painel, o automatismo a ser implantado deve explorar as demais funcionalidades do painel, como por exemplo, a comunicação OPC UA por meio de túnel VPN IPSEC. Neste caso, o automatismo deve incluir as funcionalidades descritas na regulamentação específica do serviço de instalação do painel.

1.2 Considerações para utilização

Cabe ao fabricante/montador do painel, realizar o assentamento deste projeto padrão, sendo, portanto, responsável pelo dimensionamento de todos os componentes internos, referente à capacidade de condução de corrente, suportabilidade à elevação de temperatura, suportabilidade à curto-circuito, isolamento elétrico e proteções elétricas. Desta forma o fabricante deve recolher Anotação de Responsabilidade Técnica – ART, junto ao CREA ou Termo de Responsabilidade Técnica – TRT junto ao CRT (observando

os limites de atribuições de cada categoria conforme legislação), referente ao projeto e fabricação dos painéis.

Todo o projeto e montagem devem atender as diretrizes preconizadas nas normas técnicas da ABNT, da COPASA (dentre as quais cita-se a norma de painéis T.255 e T.263) e NR10.

O projeto construtivo dos painéis elétricos deve ser submetido à análise da Gerência de Projetos da COPASA e somente estarão liberados para construção após emissão de Parecer Técnico de Aprovação.

Os projetos somente serão analisados quando apresentados juntamente com ART (ou TRT) do projeto e fabricação.

2 MEMORIAL DESCRITIVO

2.1 Introdução

O presente Painel de Automação foi projetado para garantir alta confiabilidade e segurança operacional ao sistema. Ele incorpora múltiplas opções de proteção de sucção, configuradas para atuar de forma redundante, assegurando que, em caso de falha de uma proteção, as demais realizem o desligamento e bloqueio do sistema, evitando danos aos conjuntos motobomba.

Além disso, o painel dispõe de múltiplas opções automatismo, implementados segundo o conceito de operação hierarquizada. Nesse modelo, os automatismos são organizados por níveis de prioridade: o automatismo de maior nível atua como padrão, garantindo a operação otimizada. Caso ocorra falha nesse nível, o sistema migra automaticamente para o próximo automatismo disponível, mantendo a operação, ainda que com recursos reduzidos, até que a condição normal seja restabelecida.

O projeto do painel foi concebido para garantir a operação mesmo diante de falha do CLP. Nessa condição, o sistema dispõe de diferentes opções de automatismo, o que assegura a continuidade por meio de sinais remotos (transmissão via sinal de telefonia ou rádio enlace), sinal local (transmissor de pressão/nível ou chave boia) e, como último recurso, a operação em modo de temporização horária, garantindo a manutenção da operação do sistema até a restauração das condições normais.

Essa arquitetura proporciona continuidade operacional, redução de riscos e flexibilidade, atendendo às exigências de processos críticos onde a disponibilidade é essencial.

Alinhado ao conceito do projeto COPASA 4.0, mais especificamente no pilar Informação, o projeto do PDA contempla o monitoramento remoto da unidade operacional. Esse recurso permite o envio contínuo de dados operacionais e alarmes por meio do protocolo MQTT, utilizando a rede celular com APN privada e dedicada da COPASA. Essa solução está em conformidade com as melhores práticas de mercado e com os princípios da Indústria 4.0, garantindo conectividade, integração e suporte à tomada de decisão baseada em dados. O *SIMCard* necessário para estabelecer a comunicação será fornecido pela COPASA.

2.2 Descritivo funcional

O quadro é equipado com quatro chaves seletoras, sendo duas para definição do modo de operação e outras duas para seleção das bombas.

A chave seletora CS1, define o modo de operação da unidade, e possui 3 (três) posições (LOCAL – MANUT – AUTO). Já as chaves seletoras CS2 e CS3, fazem a seleção dos conjuntos motobomba para operação e cada uma possui 3 (três) posições (CMB-01, CMB-02 e CMB-03). A chave seletora CS4 faz a seleção do acionamento dos conjuntos motobomba de forma fixa, definida pelas chaves CS2 e CS3, ou em modo rodízio (ROD-FIXO).

O quadro elétrico é equipado com um conjunto de proteções que atuam no desligamento e bloqueio do sistema independente do modo de operação, LOCAL ou AUTO.

2.2.1 Modos de operação

2.2.1.1 Modo MANUTENÇÃO

A partir da chave seletora CS1 na posição "MANUTENÇÃO" não é possível realizar a partida dos conjuntos motobomba. Observa-se ainda, que a seleção deste modo de operação quando um conjunto motobomba estiver em operação provocará o desligamento do mesmo.

2.2.1.2 Modo de operação LOCAL

Com a chave seletora CS1 posicionada em "LOCAL", é possível realizar a partida ou parada dos conjuntos motobomba por meio das botoeiras BL (LIGA) e BD (DESLIGA), instaladas na porta do PDA. Os conjuntos motobomba a serem acionados são selecionados utilizando as chaves seletoras CS2 e CS3.

No modo de operação "LOCAL", o inversor de frequência instalado no QCM deve ser acionado com velocidade fixa de 60Hz. Para isso, os inversores de frequência dos QCMs

devem ser configurados para operar com frequência fixa quando a sua entrada digital ED3 (MANUAL/AUTOMATICO do inversor) estiver em nível lógico 0.

O acionamento no modo “LOCAL” somente é possível se houver o atendimento às condições de proteção do sistema, conforme descrito no item 2.2.5.

2.2.1.3 Modo de operação AUTO (Automático)

Com a chave seletora CS1 posicionada em “AUTO”, o PDA irá realizar as rotinas de partida e parada das motobombas de forma automatizada, a partir do comando do contator auxiliar XR. O painel dispõe de 3 (três) níveis de automatismo, implementados segundo o conceito de operação hierarquizada. Nesse modelo, os automatismos são organizados em níveis de prioridade, de modo que, caso ocorra falha no nível atual, o sistema assume automaticamente o próximo nível de menor prioridade, conforme descrito a seguir.

O acionamento no modo “AUTO” somente é possível se houver o atendimento às condições de proteção do sistema, conforme descrito no item 2.2.5.

2.2.1.3.1 Nível 1: Automatismo via CLP

O automatismo via CLP representa o nível mais prioritário de operação do sistema, sendo adotado como padrão em condições normais de funcionamento.

Tendo em vista que o PDA pode ser utilizado tanto para acionamento de *booster* quanto de elevatória, o programa do CLP deve ser desenvolvido para operar em ambos os modos. A seleção do modo de operação é realizada por meio de um *jumper* nos bornes X4-27/28, conectados à entrada ED24 do CLP. Assim, com os bornes X4-27/28 desconectados, o PDA opera como elevatória – realizando o acionamento liga/desliga com base no nível do reservatório a jusante. Já com o *jumper* fechado nesses bornes, o painel passa a operar como *booster* em marcha – utilizando o sinal do transmissor de pressão de recalque como referência de automatismo.

2.2.1.3.1.1 Operação como elevatória

Na operação como elevatória (X4-27/28 desconectados / ED24 em nível lógico 0), o automatismo de liga e desliga será realizado pelo CLP com base no nível do reservatório de jusante. O nível do reservatório poderá ser obtido de três formas:

- comunicação celular, protocolo MQTT: subscrição do tópico referente ao nível do reservatório,
- rádio enlace: sinal transmitido para a entrada analógica EA3 do CLP,
- transmissor de nível local.

A escolha da referência de nível deve ser definida, automaticamente por meio de lógica interna do CLP, usando como referência o estado do tópico LASTWILL local e pela subscrição do tópico LASTWILL do reservatório. Caso o valor desses tópicos seja diferente de 192 ou permaneça sem atualização por mais de 30 minutos, o CLP utilizará o sinal da entrada EA3 (nível roteado via rádio ou transmissor local de nível) como referência para o automatismo. Em caso de falha do sinal de comunicação o sistema deve possuir *delay* de 5 (cinco) minutos para acionamento do conjunto motobomba, para evitar acionamentos intermitentes.

A saída digital SD1 deve ser ativada (nível lógico 1) quando houver comunicação celular (tópico de LASTWILL local e do reservatório forem igual a 192) ou houver um sinal válido na entrada analógica EA3. Nestas condições (SD1 em nível lógico 1), a elevatória será acionada quando a SD2 estiver em nível lógico 1 e será desligada quando estiver em nível lógico 0. A lógica de acionamento de SD2 deve ser realizada por meio de bloco *Reset/Set*, onde o sinal a entrada *Set* deve ser acionada quando o nível atingir o *setpoint* de liga, a entrada *Reset* deve ser acionada quando o nível atingir o *setpoint* de desliga, devendo a ação de *Reset* sobrepor a ação de *Set*. Os *setpoint* de liga e desliga serão variáveis globais configuradas manualmente no programa do CLP. Para comissionamento em fábrica, considerar o *setpoint* de liga em 20% do nível medido e *setpoint* de desliga em 90% do nível medido.

Em caso de falha na comunicação via telefonia celular (tópicos LASTWILL local ou do reservatório diferente de 192 ou um dos dois sem receber atualização por um período superior a 30 minutos) e falha no sinal analógico via rádio (EA3 com diagnóstico de canal aberto ou falha), a saída digital SD1 deve ir para o nível lógico 0, levando o sistema para o nível 2 de operação.

Observa-se que caso os tópicos MQTT não sejam configurados e a entrada analógica EA3 não seja conectada a um sinal analógico no momento da implantação, o PDA automaticamente irá operar a partir do nível 2, sem necessidade de alterações no programa ou no diagrama funcional.

2.2.1.3.1.2 Operação como *booster* em marcha

Na operação como *booster* em marcha (X4-27/28 conectados / ED24 em nível lógico 1), o acionamento automático dos conjuntos motobomba será realizado por meio de controle PID implementado diretamente nos inversores, utilizando como referência a pressão de recalque do *booster*.

O CLP terá a função de replicar o sinal da pressão de recalque recebido em sua entrada analógica EA2, para as suas saídas analógicas SA1, SA2 e SA3 enviando-os aos inversores (entrada EA1 do inversor) instalados nos quadros de comando QCM-01, QCM-02 e QCM-03, respectivamente.

Quando a chave seletora CS1 estiver na posição “AUTO” e houver sinal válido na entrada analógica EA2, o CLP ativará, em nível lógico 1, as saídas digitais SD1, SD2 e SD3, habilitando os inversores dos QCM-01, QCM-02 ou QCM-03 para operação, por meio dos contadores K2 (automático) e 1KA3 / 2KA3 / 3KA3, respectivamente.

Na operação como *booster* em marcha, os inversores dos QCM-01, QCM-02 e QCM-03 devem ser configurados para operar em malha fechada (PID). A informação de modo automático será transmitida aos inversores pelos contatos 13-14, 23-24 e 33-34 do contator K2 (que é ativado pela SD1 do CLP) ativando as entradas digitais ED3 dos inversores. O comando de operação será enviado por meio dos contatos 43-44 de 1KA3, 2KA3 e 3KA3 para os QCM-01, QCM-02 e QCM-03 respectivamente.

A lógica de funcionamento dos inversores será por meio do acionamento de suas entradas digitais ED1 e ED3, e entrada analógica EA1, conforme descrito a seguir:

- EA1: variável de processo (PV) – pressão de recalque do booster.
- ED1: habilita a operação do inversor.
- ED3: habilita a operação malha fechada (PID).

Estando a entrada ED3 do inversor em nível lógico 1, ao receber o comando de ligar em sua entrada digital ED1, o inversor deve monitorar a pressão de recalque (PV) em sua entrada analógica EA1 e iniciar a operação quando essa pressão atingir o valor mínimo PVmin, pré-configurado no inversor.

A malha de controle implementada no inversor manterá a pressão de recalque (PV) igual ao *setpoint* (SP), garantindo estabilidade na rede de distribuição. Com a redução da demanda, a pressão de recalque tende a aumentar, sendo compensada pela redução da frequência do inversor até atingir o limite mínimo de 40Hz. Caso a frequência de operação mínima do inversor ou pressão máxima de recalque PVmax, permaneça por 30 minutos, o inversor deve entrar em modo *sleep*. Devendo iniciar novamente o ciclo de operação quando atingir o PVmin.

Em caso de falha no sinal da entrada analógica EA2 do CLP, a saída digital SD1 deve ir para o nível lógico 0, levando o sistema para o nível 3 de operação e desabilitando a

operação em malha fechada dos inversores.

2.2.1.3.2 Nível 2: Automatismo por sinal digital recebido via rádio IO

Quando a saída digital SD1 estiver em nível lógico 0, o sistema passará a operar no Nível 2. Nessa condição, o CLP não exerce influência sobre o automatismo.

Nesse modo, o sinal de comunicação do rádio IO ativo, conectado aos bornes X4-13/14, aciona o contator auxiliar KA5. Quando o KA5 está energizado — ou seja, quando a comunicação do rádio IO encontra-se ativa — o automatismo de liga/desliga passa a ser comandado pelo sinal digital proveniente do próprio rádio IO, interligado aos bornes X4-11/12 e responsável pelo acionamento de XR.

Nos casos em que KA5 esteja desenergizado (falha na comunicação do rádio ou inexistência de equipamento de rádio IO na unidade) o sistema passa ao nível 3 de operação.

2.2.1.3.3 Nível 3: Automatismo via timer ou chave boia

2.2.1.3.3.1 Automatismo via timer

Considerando que o PDA é fornecido com os bornes X4-29/30 interligados, nos casos de falha do automatismo nos Níveis 1 e 2, com saída digital SD1 em nível lógico 0 e KA5 desenergizado, o sistema passa automaticamente para o Nível 3 de operação.

Nessa condição, é habilitado o modo degradado por ação de timer, no qual o timer RTC1 passa a comandar o acionamento automático da elevatória, de acordo com até cinco horários nele configurados.

2.2.1.3.3.2 Automatismo via chave boia

Quando o recalque da elevatória for para reservatório local, o quadro permite a operação do sistema por meio de chaves boias instaladas neste reservatório. Neste caso deve ser realizada a desconexão dos bornes X4-29/30 desabilitando a atuação do timer RTC1, e habilitando a operação por chave boia.

Nesta situação, o contato da chave boia BS1, referente ao nível mínimo, deve ser conectado aos bornes X4-8/9, enquanto o contato da chave boia BS2, correspondente ao nível máximo, deve ser conectado aos bornes X4-8/10. Os contatos das chaves boias comandam o XR de forma independente do CLP e rádio IO.

2.2.1.3.4 Conexões PDA – Automatismo

A Tabela 1 apresenta um resumo das conexões que devem ser realizadas nos bornes X4-27/28 do PDA para configurar a operação automática do pannel como *booster* ou elevatória, e nos bornes e X4-29/30 para selecionar o nível 3 como temporizador (timer) ou chave boia.

Tabela 1 – Configuração PDA.

Modo de operação	Sinal de referência	Conexão/Transmissão do sinal	Bornes X4-27/28	Bornes X4-29/30	Configuração inversores QCMs
<i>Booster</i> em Marcha	Transmissor de pressão de recalque (local)	Bornes X6-11/12 EA2 CLP	Conectados	Conectados	PID habilitado EA1: variável de processo (PV) – pressão de recalque do booster. ED1: comando liga inversor. ED3: habilita a operação malha fechada (PID).
Elevatória	Transmissor de nível do reservatório à jusante (remoto)	MQTT (Tópico do nível reservatório à jusante)	Desconectados	Conectados	PID desabilitado ED1: comando liga inversor.
		Rádio IO Bornes X6-13/14 EA3 CLP			PID desabilitado ED1: comando liga inversor.
	Chave de nível do reservatório à jusante (remoto)	Rádio IO Bornes X4-11/12			PID desabilitado ED1: comando liga inversor.
	Timer (Modo degradado)	RTC1-15/18			PID desabilitado ED1: comando liga inversor.
	Chave de nível do reservatório à jusante (local)	Bornes X4-8/9/10 Chave boia	Desconectados	Desconectados	PID desabilitado ED1: comando liga inversor.

2.2.2 Seleção e rodízio dos conjuntos motobomba

Os contatos da chave seletora CS4 (ROD-FIXO) estão conectados ao contator auxiliar K12. Na posição “RODÍZIO”, a seleção é definida pelas saídas digitais SD4, SD5 E SD6 do CLP, que deve alternar automaticamente o acionamento entre os conjuntos a cada ciclo de operação, desde que ambos estejam disponíveis.

Na posição “FIXO”, apenas os conjuntos motobomba selecionados nas chaves CS2 e CS3 são acionados, sem interferência do CLP. Os contatos das chaves seletoras CS2 e CS3 (CMB-01, CMB-02, CMB-03) estão conectados aos contadores auxiliares K7, K8, K9 e K10.

Em caso de indisponibilidade do CLP a chave seletora CS4 deve ser posicionada na posição “FIXO”.

2.2.3 Partida do conjunto reserva

O CLP deve enviar comando para partida automática do conjunto motobomba reserva caso um dos conjuntos motobomba que se encontravam em operação tenha sido desligado por atuação da proteção elétrica do respectivo inversor.

2.2.4 Bloqueio da operação simultânea dos conjuntos motobomba

A operação simultânea de 3 (três) conjuntos motobomba deve ser bloqueada pelo CLP (bloqueio lógico) quando operando em modo automático. Existe também o intertravamento elétrico através dos contadores auxiliares 1KA3, 2KA3 e 3KA3.

2.2.5 Proteção de sucção

O PDA dispõe de três opções para proteção de sucção: pressostato(s), chave boia ou transmissor de pressão instalado(s) no barrilete ou no poço de sucção da elevatória/booster. Todos esses instrumentos atuam em paralelo sobre o contator auxiliar XS, que permanece acionado quando a pressão de operação está dentro dos limites normais e desligado em condição de baixa pressão. A atuação do contator por qualquer uma das opções habilita a operação da elevatória / booster.

2.2.5.1 Opção 1: Pressostatos instalados no barrilete de sucção

Os pressostatos PSmin e PSmax operam em ciclo de histerese, ou seja, o contator KA7 somente será ativado quando PSmin e PSmax estiverem ativos e somente será desenergizado quando de PSmin e PSmax não estiverem ativos. Garantindo uma histerese entre a pressão que provocará o desligamento do sistema (PSmin) e a pressão que habilitará a operação (PSmax). Os temporizadores RT1 e RT2 tem a função de proteger o

sistema de oscilações momentâneas de pressão, como a partida de um conjunto motobomba, por exemplo.

2.2.5.2 Opção 2: Chave boia instalada em poço de sucção

Do mesmo modo a proteção por chave boia opera em ciclo de histerese, ou seja, o contator KA7 somente será ativado (nível operacional), quando as boias de nível inferior BI1 e BI2 estiverem simultaneamente ativas, e provocaram o desligamento de KA7 (proteção ativa) quando ambas não estiverem ativas. A chave boia BI1 deve ser posicionada no nível de desligamento do sistema e a chave boia BI2 deve ser posicionada no nível considerado seguro para operação do sistema.

2.2.5.3 Opção 3: Transmissor de pressão instalado no barrilete de sucção ou nível de reservatório de montante

O sistema permite ainda a proteção de sucção utilizando o sinal do transmissor de pressão instalado no barrilete de sucção da elevatória / *booster*, interligado à entrada analógica EA1 do CLP. Por meio de lógica interna, o CLP deve comparar a pressão medida com os *setpoints* de pressão mínima e pressão máxima (inseridos manualmente no programa) para determinar o acionamento da saída digital SD3. O acionamento da saída digital deve ser realizado por meio de bloco *Reset / Set*, ou seja, quando a pressão lida na entrada analógica EA1 for superior a pressão de *setpoint* máxima, a entrada *Set* deve ser acionada, levando a saída digital SD3 para o nível lógico 1. Quando a pressão lida for inferior ao *setpoint* de pressão mínima, a entrada *Reset* do bloco deve ser acionada, desativando a saída digital SD3. A ação de *Reset* deve sobrepor a ação de *Set*. Os blocos de comparação de *Set* e *Reset* deverão possuir temporizadores de 20 (vinte) segundos para proteção do sistema de oscilações momentâneas. Caso a entrada digital ED15 (proveniente do contator auxiliar KA7 - proteção por pressostato ou chave boia) esteja em nível lógico diferente da saída digital SD3, deve ser gerado um alarme de discordância de proteção de sucção e enviado ao sistema de monitoramento remoto.

2.2.6 Atuação do botão emergência

O botão de emergência, instalado na porta do PDA, atua na entrada digital ED16 do CLP (de forma que o automatismo seja bloqueado por meio de bloqueio lógico) e diretamente nas entradas discretas dos inversores provocando o desligamento por inércia e bloqueio do conjunto para operação. O CLP deve realizar o envio do status de emergência atuada para o Copasis.

2.2.7 Bloqueio de partida

Independentemente da origem do comando, deve ser feito o bloqueio da partida do conjunto motobomba nas condições de nível / pressão mínimo na sucção da elevatória, proteções elétricas do respectivo inversor atuadas e botão emergência atuado.

2.3 Programa aplicativo do CLP

O CLP será responsável pela operação automática do sistema em Nível 1 e pela comunicação com o sistema de telemetria. O programa deve ter todas as usa lógicas devidamente e claramente comentas e ser desenvolvido com as rotinas necessárias ao controle e monitoramento nos modos de operação Elevatória e *Booster*, com todas as funcionalidades descritas neste documento, que deve conter, no mínimo, as seguintes rotinas:

- a. Automatismo para operação como elevatória, conforme descrito no item 2.2.1.3.1.1;
- b. Automatismo para operação como *booster* conforme descrito no item 2.2.1.3.1.2;
- c. Proteção de sucção por pressão ou nível conforme descrito no item 2.2.5;
- d. Bloco funcional para leitura e tratamento da entrada digital EA4 com vazão, ou seja, deve ser feita a leitura da vazão instantânea e gerado o volume totalizado (usar variável retentiva). Para a vazão instantânea considerar entrada em litros/segundo e para o volume acumulado metros cúbicos, não é necessário conversão para unidade de engenharia, considerar uma *word* para envio da vazão instantânea e uma *double word* para o volume.;
- e. Monitoramento e envio das variáveis de processo, status e alarmes conforme descrito no item 2.4;
- f. Rotina de rodízio dos conjuntos motobomba;
- g. Todas as rotinas criadas devem considerar as proteções descritas no presente documento;
- h. Monitoramento das seguintes grandezas elétricas dos inversores instalados nos QCMs, via rede modbus RTU ou TCP (somente quando o fornecimento incluir PDA e QCMs): tensão e corrente por fase, fator de potência, potência ativa e potência reativa.
- i. Monitoramento das seguintes grandezas elétricas do multimendidor de grandezas elétricas do QGBT, via rede modbus RTU ou TCP (somente quando o fornecimento incluir o QGBT e ele possuir multimedidor de grandezas elétricas)
- j. Envio das variáveis ao Sistema Integrado de Supervisão da Copasa – Copasis, utilizando protocolo MQTT.

2.4 Sistema de Telemetria

O CLP deverá enviar os dados operacionais da elevatória / *booster* para monitoramento remoto, via Copasis, utilizando protocolo MQTT e comunicação via telefonia celular, conforme planilha de mapeamento apresentada no item 3 deste documento.

Os dados de monitoramento serão encaminhados para o *broker* MQTT disponível na “nuvem” privada COPASA que irá disponibilizar as informações para monitoramento no Sistema Integrado de Supervisão da COPASA – Copasis.

Os sinais analógicos provenientes dos instrumentos de campo devem ser convertidos para o formato *WORD* (UInt16), correspondente ao intervalo 0 a 65.535, com o objetivo de padronizar o tratamento das variáveis analógicas no sistema de automação. A configuração do range em unidades de engenharia (como nível, vazão ou pressão) é realizada diretamente no COPASIS, eliminando a necessidade de alterações na lógica do CLP quando houver substituição ou troca de instrumentos com faixas de medição diferentes.

Desta forma, o CLP deve ser programado para disponibilizar via protocolo MQTT as seguintes variáveis:

- a. Entrada analógica EA1 com sinal de entrada 4-20mA convertida em *Word* UINT16 (pressão ou nível de sucção);
- b. Entrada analógica EA2 com sinal de entrada 4-20mA convertida em *Word* UINT16 (pressão de recalque);
- c. Entrada analógica EA3 com sinal de entrada 4-20mA convertida em *Word* UINT16 (nível de recalque transmitido via rádio IO);
- d. Entrada analógica EA4 com sinal de entrada 4-20mA convertido em vazão instantânea (*word* UINT16) e volume acumulado (*dword* UINT32) da elevatória;
- e. CMB-01, CMB-02 e CMB-03 Ligado/Desligado;
- f. Falha no inversor CMB-01, CMB-02 e CMB-03;
- g. Modo de operação (Manual/Automático/Manutenção);
- h. CMB-01, CMB-02 e CMB-03 selecionado;
- i. Proteção de sucção atuada;
- j. Discordância de proteção de sucção (proteção física por pressostato ou nível com status diferente do transmissor de pressão);
- k. Botão de emergência atuado;
- l. Falta de fase/energia na unidade;
- m. Falha UPS;
- n. Intrusão na sala elétrica ou porta do painel aberta;
- o. Tensões dos inversores de frequência;
- p. Corrente dos inversores de frequência;

- q.** Fator de potência dos inversores de frequência;
- r.** Frequência dos inversores de frequência;
- s.** Variáveis do medidor de grandezas elétricas (somente quando o fornecimento incluir PDA e QCMs): tensão e corrente por fase, fator de potência, potência ativa e potência reativa.

2.5 Operação Remota

O presente padrão técnico possui ainda tecnologia que permite a implementação futura de operação remota via telefonia celular, por meio de modem com redundância de operadora e comunicação VPN IPSEC (devidamente homologado para operação com o concentrador de VPN da COPASA) e CLP com comunicação via protocolo OPC UA.

2.6 Relação de Entradas e Saídas do CLP

LOCAL DE AQUISIÇÃO	ENTRADAS E SAÍDAS DISCRETAS			
	ENTRADAS		SAÍDAS	
Conjunto Motobomba CMB-01	ED1	Inversor sem falhas	SD4	CMB selecionado rodízio
	ED2	Inversor ligado	-	-
	ED3	CMB selecionado (primeiro a partir)	-	-
	ED4	CMB selecionado (partida com atraso)	-	-
Conjunto Motobomba CMB-02	ED5	Inversor sem falhas	SD5	CMB selecionado rodízio
	ED6	Inversor ligado	-	-
	ED7	CMB selecionado (primeiro a partir)	-	-
	ED8	CMB selecionado (partida com atraso)	-	-
Conjunto Motobomba CMB-03	ED9	Inversor sem falhas	SD6	CMB selecionado rodízio
	ED10	Inversor ligado	-	-
	ED11	CMB selecionado (primeiro a partir)	-	-
	ED12	CMB selecionado (partida com atraso)	-	-
PDA	ED13	Operação automática	SD1	Comunicação ativa
	ED14	Operação em rodízio	SD2	Comando liga/desliga
	ED15	Proteção de sucção (pressostato ou chave boia)	SD3	Proteção de sucção (transmissor de pressão)
	ED16	Botão de emergência	SD7	Reserva
	ED17	Alarme UPS	SD8	Reserva
	ED18	Falta de fase/energia	-	-
	ED19	Intrusão sala elétrica	-	-
	ED20	Reserva	-	-
	ED21	Reserva	-	-
	ED22	Reserva	-	-
	ED23	Reserva	-	-
	ED24	Jumper modo de operação (Booster/Elevatória)	-	-
LOCAL DE AQUISIÇÃO	ENTRADAS E SAÍDAS ANALÓGICAS			
	ENTRADAS		SAÍDAS	
Conjunto Motobomba CMB-01	-	-	SA1	Sinal de referência para inversor CMB-01
Conjunto Motobomba CMB-02	-	-	SA2	Sinal de referência para inversor CMB-02
Conjunto Motobomba CMB-03	-	-	SA3	Sinal de referência para inversor CMB-03
PDA	EA1	Nível/Pressão Sucção	SA4	Reserva
	EA2	Nível/Pressão Recalque	-	-
	EA3	Nível (sinal via rádio IO)	-	-
	EA4	Vazão da elevatória	-	-

3 PLANILHA DE MAPEAMENTO MQTT E COMISSIONAMENTO

O CLP deverá enviar os dados operacionais da elevatória para monitoramento remoto, via Copasis, utilizando protocolo MQTT e comunicação via telefonia celular, conforme planilha de mapeamento apresentada abaixo.

Para testes de inspeção de painéis em contratos exclusivamente de fornecimento, o fornecedor deverá entrar em contato pelo e-mail automacao@copasa.com.br para solicitar a definição de padrão dos tópicos de comunicação, com antecedência mínima de 10 dias da realização dos testes de comunicação.

As atividades de comissionamento e testes de comunicação também deverão ser solicitadas e agendadas no email: automacao@copasa.com.br, com antecedência mínima de 10 (dez) dias.

ESTRUTURA DO ENDEREÇO

RXXXX/RTUXXX/AAAXXX/BBBXX/CCXX/KKT
R0066/RTU001/ETE001/EFI01/LT01/AIW
R0066/RTU002/EDE001/LT01/AIW

R = Indica que é uma variável de leitura
XXXX = Código da Localidade / Sistema de Produção - SISLOC da Localidade - Consultar no SAP - Transação IL03
RTU = Remote Terminal Unit - Unidade Terminal Remota - CLP instalado em campo.
XXX = Número Sequencial da RTU - Fornecido e gerido pela GNDI - Solicitar em automacao@copasa.com.br
AAA = Código da Unidade Operacional - Consultar no SAP - Transação IL03
XXX = Número Sequencial da Unidade Operacional - Consultar no SAP - Transação IL03
BBB = Código do Sub-Local **Utilizado apenas em ETAs e ETEs. Unidades operacionais que estejam fisicamente na área da**
XX = Número Sequencial do Sub-Local **ETA ou ETE mas que possuem cadastro distinto no SAP não utilizam este campo.**
CC= Identificação do Instrumento ou equipamento baseada na norma ISA 5.1
XX = Número sequencial
KK = Tipo do Sinal: AI, AO, DI, DO, ST (Status), MB (Modbus)
T = Identificador do tipo do dado (I - Inteiro, F - Float, W - Word, D - Double Word, B - Byte, X - Bit)

CRITERIOS PARA COMUNICAÇÃO MQTT

- 1 - As variáveis devem ser enviadas com duas casas decimais convertidas para inteiro, para otimização do fluxo de dados;
- 2 - Envio das variáveis que sofrerem alteração;
- 3 - Envio de todas variáveis (check de integridade) a cada 15 minutos, independente de variação;
- 4 - Envio de PINGREQ a cada 5 minutos (keepalive);
- 5 - O dispositivo deve permitir ainda o envio de todas variáveis (pedido de integridade) a partir de um comando do supervisão;
- 6 - Usar como histerese para envio das variáveis de nível 5 cm em relação à última medição enviada.

SISLOC	Cidade	Remota	Unidade	Tag	Volume	Nível extravasão	Range	Potência	
P.417									
	Cidade	RTU000	EAT000_P417	EAT000			4mA - 0m 20mA - 10m		
	IP Modem:	N/A	IP Remota:	N/A	IP Broker:	000.000.000.000		Porta:	0000
	Cliente Id:	0000RTU000	Usuário:	usuario	Senha:	senha		Last Will Msg:	24
	Programa:	0000RTU000_R00	Integridade:	15 minutos	keepAlive:	300 segundos		Evento de Envio:	Variação
	Tópico MQTT	Variável					bit	CLP	Campo
0000	R0000/RTU000/EAT000/YU01/STW	CMB-01 Ligado (Ligado 1: Desligado 0)					0	ED02	publish
		CMB-01 Inversor/softstarter/djmotor/relé termico sem falha (Sem falha 1: Com falha 0)					1	ED01	
		CMB-01 Selecionada (Selecionada 1: Não Selecionada 0)					2	ED03	
		Reserva					3	N/A	
		Reserva					4	N/A	
		CMB-02 Ligado (Ligado 1: Desligado 0)					5	ED05	
		CMB-02 Inversor/softstarter/djmotor/relé termico sem falha (Sem falha 1: Com falha 0)					6	ED04	
		CMB-02 Selecionada (Selecionada 1: Não Selecionada 0)					7	ED06	
		Reserva					8	N/A	
		Reserva					9	N/A	
		CMB-03 Ligado (Ligado 1: Desligado 0)					10	N/A	
		CMB-03 Inversor/softstarter/djmotor/relé termico sem falha (Sem falha 1: Com falha 0)					11	N/A	
		CMB-03 Selecionada (Selecionada 1: Não Selecionada 0)					12	N/A	
		Reserva					13	N/A	
		Reserva					14	N/A	
		Reserva					15	N/A	
	R0000/RTU000/EAT000/YU02/STW	Falta de fase / Falta de energia (sem falha 1: com falha 0)					0	ED11	publish
		Falha UPS1 e/ou falta fase PDA (sem falha 1: com falha 0) - Operação pela bateria					1	ED10	
		Emergência geral (sem falha 1 : com falha 0)					2	ED09	
		Intrusão (fechada 1 : aberta 0)					3	ED12	
		Automático / Manual (Automático 1: Manual 0)					4	ED07	
		Proteção de sucção (Pressão de sucção operacional 1: Proteção atuada 0)					5	Int.	
		Discordância de proteção de sucção (Normal 1: Com discordância 0)					6	Int.	
		Reserva					7	N/A	
		Reserva					8	N/A	
		Reserva					9	N/A	
		Reserva					10	N/A	
		Reserva					11	N/A	
		Reserva					12	N/A	
		Reserva					13	N/A	
		Reserva					14	N/A	
		Reserva					15	N/A	
	R0000/RTU000/EAT001/FT01/AIW	Entrada Analógica 04, Vazão – Valor em litros por segundo – l/s 4...20mA convertido em word UINT16, 0 a 65.535					-	AI4	publish
	R0000/RTU000/EAT001/FQ01/TTD	Vazão Totalizada – Valor em metros cúbicos – m³, em formato dword UINT32, 0 a 4.294.967.295					-	Inter.	publish
	R0000/RTU000/EAT000/XT01/AIW	Entrada Analógica 01, PT01: Pressão de Sucção – Valor em metros coluna d'água, mca - ou LT01: Nível de Sucção – Valor em metros, m - 4...20mA convertido em word UINT16, 0 a 65.535					-	AI1	publish
	R0000/RTU000/EAT000/PT02/AIW	Entrada Analógica 02, Pressão de Recalque – Valor em metros coluna d'água, mca 4...20mA convertido em word UINT16, 0 a 65.535					-	AI1	publish
	R0000/RTU000/EAT000/LT03/AIW	Entrada Analógica 03, Nível de Recalque transmitido via rádio IO – Valor em metros, m 4...20mA convertido em word UINT16, 0 a 65.535					-	AI3	publish

	R0000/RTU000/EAT000/IT01/MBW	Corrente do motor do CMB-01 – Valor em Ampere – A, em formato word com duas casas decimais, multiplicado por 100. Ex. 2,11A x 100 -> 211	-	Rede	publish	subscriber
	R0000/RTU000/EAT000/ET01/MBW	Tensão de saída do driver do CMB-01 – Valor em Volts – V, em formato word com duas casas decimais, multiplicado por 100. Ex. 220,11A x 100 -> 22011	-	Rede	publish	subscriber
	R0000/RTU000/EAT000/JT01/MBW	Fator de Potência do CMB-01, em formato word com duas casas decimais, multiplicado por 100. Ex. 0,98 x 100 -> 98	-	Rede	publish	subscriber
	R0000/RTU000/EAT000/ST01/MBW	Frequência de saída do driver do CMB-01 – Valor em rotações por minuto – rpm, em formato word	-	Rede	publish	subscriber
	R0000/RTU000/EAT000/IT02/MBW	Corrente do motor do CMB-02 – Valor em Ampere – A, em formato word com duas casas decimais, multiplicado por 100. Ex. 2,11A x 100 -> 211	-	Rede	publish	subscriber
	R0000/RTU000/EAT000/ET02/MBW	Tensão de saída do driver do CMB-02 – Valor em Volts – V, em formato word com duas casas decimais, multiplicado por 100. Ex. 220,11A x 100 -> 22011	-	Rede	publish	subscriber
	R0000/RTU000/EAT000/JT02/MBW	Fator de Potência do CMB-02, em formato word com duas casas decimais, multiplicado por 100. Ex. 0,98 x 100 -> 98	-	Rede	publish	subscriber
	R0000/RTU000/EAT000/ST02/MBW	Frequência de saída do driver do CMB-02 – Valor em rotações por minuto – rpm, em formato word	-	Rede	publish	subscriber
	R0000/RTU000/EAT000/IT03/MBW	Corrente do motor do CMB-03 – Valor em Ampere – A, em formato word com duas casas decimais, multiplicado por 100. Ex. 2,11A x 100 -> 211	-	Rede	publish	subscriber
	R0000/RTU000/EAT000/ET03/MBW	Tensão de saída do driver do CMB-03 – Valor em Volts – V, em formato word com duas casas decimais, multiplicado por 100. Ex. 220,11A x 100 -> 22011	-	Rede	publish	subscriber
	R0000/RTU000/EAT000/JT03/MBW	Fator de Potência do CMB-03, em formato word com duas casas decimais, multiplicado por 100. Ex. 0,98 x 100 -> 98	-	Rede	publish	subscriber
	R0000/RTU000/EAT000/ST03/MBW	Frequência de saída do driver do CMB-03 – Valor em rotações por minuto – rpm, em formato word	-	Rede	publish	subscriber
	R0000/RTU000/EAT000/IT04/MBW	Corrente da fase R da entrada de alimentação elétrica da unidade – Valor em Ampere – A, em formato word com duas casas decimais, multiplicado por 100. Ex. 2,11A x 100 -> 211	-	Rede	publish	subscriber
	R0000/RTU000/EAT000/IT05/MBW	Corrente da fase S da entrada de alimentação elétrica da unidade – Valor em Ampere – A, em formato word com duas casas decimais, multiplicado por 100. Ex. 2,11A x 100 -> 211	-	Rede	publish	subscriber
	R0000/RTU000/EAT000/IT06/MBW	Corrente da fase T da entrada de alimentação elétrica da unidade – Valor em Ampere – A, em formato word com duas casas decimais, multiplicado por 100. Ex. 2,11A x 100 -> 211	-	Rede	publish	subscriber
	R0000/RTU000/EAT000/ET04/MBW	Tensão da fase R da entrada de alimentação elétrica da unidade – Valor em Volts – V, em formato word com duas casas decimais, multiplicado por 100. Ex. 220,11A x 100 -> 22011	-	Rede	publish	subscriber
	R0000/RTU000/EAT000/ET05/MBW	Tensão da fase S da entrada de alimentação elétrica da unidade – Valor em Volts – V, em formato word com duas casas decimais, multiplicado por 100. Ex. 220,11A x 100 -> 22011	-	Rede	publish	subscriber
	R0000/RTU000/EAT000/ET06/MBW	Tensão da fase T da entrada de alimentação elétrica da unidade – Valor em Volts – V, em formato word com duas casas decimais, multiplicado por 100. Ex. 220,11A x 100 -> 22011	-	Rede	publish	subscriber
	R0000/RTU000/EAT000/JT04/MBW	Fator de Potência da entrada de alimentação da unidade, em formato word com duas casas decimais, multiplicado por 100. Ex. 0,98 x 100 -> 98	-	Rede	publish	subscriber
	R0000/RTU000/EAT000/JT05/MBW	Potência Ativa da entrada de alimentação da unidade, – Valor em Quilowatts – kW, em formato word com duas casas decimais, multiplicado por 100. Ex. 530,81 x 100 -> 53081	-	Rede	publish	subscriber
	R0000/RTU000/EAT000/JT06/MBW	Potência Reativa da entrada de alimentação da unidade, – Valor em Quilovolt-Ampere – kVA, em formato word com duas casas decimais, multiplicado por 100. Ex. 116,52 x 100 -> 11652	-	Rede	publish	subscriber
	R0000/RTU000/LASTWILL	Last Will and Testament - Informa ao broker mensagem a ser enviada em caso de desconexão.	-	-	publish / subscriber	subscriber
	R0000/RTU000/INTEG	Pedido de Integridade (remota envia todas as variáveis)	-	-	publish / subscriber	publish
	R0000/RTU000/LASTWILL	Last Will and Testament - Solicita ao broker mensagem de Last Will da remota do reservatório à jusante.	-	-	subscriber	publish
	R0000/RTU000/INTEG	Pedido de Integridade dos dados da remota do reservatório à jusante	-	-	publish	subscriber
	R0000/RTU000/ICCID	Número ICCID do SIMCard da remota	-	-	publish	subscriber
Remota	Versão Software	Nº Firmware	Nº Chip		Nº Patrimônio	
Item	TAG SAP	TAG GIS	Geolocalização			
1	0000-EAT000	EAT00000000	XX° XX' XX.XX" O XX° XX' XX.XX" S			
2	0000-REL000	RSV00000000	XX° XX' XX.XX" O XX° XX' XX.XX" S			
3	0000-EMM000	EMM00000000	XX° XX' XX.XX" O XX° XX' XX.XX" S			

4 LICENÇA DE PROGRAMAÇÃO DO CLP

Deverá ser fornecida à COPASA 1 (uma) licença de software de programação de CLP para cada painel fornecido, compatível com Windows 10 e superior, destinada à edição, criação e manutenção do programa aplicativo, bem como às atividades de comissionamento, download e upload de aplicação para o CLP. A licença deverá ser perpétua, sem prazo de expiração e sem qualquer restrição de funcionalidade.

5 ENTREGA DA APLICAÇÃO DE CLP

O projeto completo do programa fonte do CLP, incluindo as bibliotecas utilizadas, deve ser enviada ao e-mail automacao@copasa.com.br após a inspeção em fábrica. O envio do projeto e manual de configuração da aplicação é requisito para aprovação da inspeção dos painéis.

6 MANUAL DE CONFIGURAÇÃO DA APLICAÇÃO CLP

Deve ser enviado, junto da aplicação de CLP, o manual de configuração da aplicação de CLP desenvolvida contendo, no mínimo os procedimentos e informações abaixo:

- Modelo do CLP e cartões de IO e comunicação utilizados;
- Nome e versão do software de desenvolvimento utilizados;
- Procedimento de download do software de desenvolvimento;
- Procedimento de instalação de licença (se aplicável);
- Procedimento de conexão com o CLP;
- Procedimento de *download* da aplicação desenvolvida no CLP;
- Procedimento de configuração da aplicação indicando a localização dos parâmetros de:
 - configuração e tópicos da comunicação MQTT,
 - range de engenharia das entradas analógicas,
 - ajuste de *setpoint* de nível/pressão alto e baixo utilizados nos automatismos;
 - ajuste de temporizadores e
 - demais parametrizações necessárias ao funcionamento da aplicação desenvolvida.

7 ANEXO 1 – CONTROLE DE REVISÃO

CONTROLE DE REVISÃO		
Versão	Data	Descrição das alterações
1	Fev/2026	Adequações automatismo e proteção local. Principais alterações: 1) Adequação funcional para operação do sistema em modo degradado (automatismo e proteção) mesmo em caso de falha do CLP. 2) Inclusão de chave seletora para seleção de conjunto motobomba para operação. 3) Revisão do mapeamento MQTT; 4) Requisitos de fornecimento de licença de programação de CLP; 5) Requisitos para entrega de aplicação de CLP e 6) Requisito de entrega de manual de configuração da aplicação de CLP.
0	Dez/2022	Emissão inicial.