

---

# **PADRÃO TÉCNICO**

---

**P.416**

**MEMORIAL DESCRITIVO**

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



NOVEMBRO/2022

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>DIRETRIZES PARA UTILIZAÇÃO DESTE PROJETO PADRÃO .....</b>	<b>2</b>
1.1	Introdução .....	2
1.2	Considerações para utilização .....	3
<b>2</b>	<b>MEMORIAL DESCRITIVO .....</b>	<b>4</b>
2.1	Descrição funcional.....	4
2.1.1	<i>Modo de operação MANUAL.....</i>	<i>5</i>
2.1.2	<i>Modo de operação AUTOMÁTICO.....</i>	<i>6</i>
2.1.3	<i>Comutação entre as instâncias de parametrização em cada inversor.....</i>	<i>7</i>
2.1.4	<i>Operação do conjunto motobomba pela IHM do inversor.....</i>	<i>7</i>
2.1.5	<i>Falha no sinal analógico proveniente do sensor de nível .....</i>	<i>7</i>
2.1.6	<i>Atuação do botão emergência.....</i>	<i>7</i>
2.1.7	<i>Bloqueio da operação simultânea dos conjuntos motobomba .....</i>	<i>8</i>
2.1.8	<i>Programa aplicativo do CLP .....</i>	<i>8</i>
2.1.9	<i>Bloqueio de partida .....</i>	<i>9</i>
2.1.10	<i>Partida do conjunto reserva.....</i>	<i>9</i>
2.1.11	<i>Rodízio dos conjuntos motobomba .....</i>	<i>9</i>
2.1.12	<i>Sistema de Telemetria.....</i>	<i>9</i>
2.1.13	<i>Requisitos para parametrização dos inversores .....</i>	<i>10</i>
2.2	Relação de Entradas e Saídas do CLP .....	11

# 1 DIRETRIZES PARA UTILIZAÇÃO DESTE PROJETO PADRÃO

## 1.1 Introdução

A documentação que compõe o projeto do Painel de Automação – PDA Padrão Técnico P.416 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 2 (dois) conjuntos motobomba, sendo um reserva. É aplicável também para os casos onde a frequência e/ou a amplitude das variações na vazão ou pressão afluyente requerem o uso de acionamento de velocidade variável para maximizar a eficiência energética e a vida útil dos componentes do sistema de acionamento das bombas. Utiliza inversor de frequência para acionamento, controlado pelo nível no poço de sucção ou pressão da rede. Para aquisição de dados e controle automático é utilizado um Controlador Lógico Programável - CLP, que conectado ao modem permite o comando e monitoramento remoto da elevatória, por meio do protocolo MQTT, utilizando rede de telefonia celular 4G (APN privada COPASA). Possui também rádio para comando remoto.

É aplicável para (2) dois modos distintos de operação:

- a.** Modo 1: Booster em marcha. Neste modo de operação a variável a ser controlada é a pressão a jusante da elevatória, desta forma a frequência de operação dos inversores dos QCMs é ajustada em função da medição contínua de pressão na tubulação de recalque da elevatória de forma a se manter uma pressão de recalque constante.
- b.** Modo 2: Elevatória em linha, ou seja, entre elevatórias. Neste modo de operação a variável a ser controlada é o nível no poço de sucção da elevatória, desta forma a frequência de operação dos inversores dos QCMs é ajustada em função da medição contínua no poço de sucção da elevatória. Portanto, variações de vazão nas elevatórias a montante são automaticamente ajustadas pelos inversores tomando como referência as variações do nível no poço de sucção.

Para ambos os modos de operação foram disponibilizadas opções de proteção de sucção e automatismo de recalque para atender às diversas características dos sistemas de bombeamento.

## 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, 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 NR10.

O projeto construtivo dos painéis elétricos deve ser submetido à análise da Unidade de Serviço de Gestão 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 do projeto e fabricação.

## 2 MEMORIAL DESCRITIVO

### 2.1 Descrição funcional

O projeto do PDA foi desenvolvido de forma que a elevatória possua mais de uma opção de proteção de sucção e automatismo de recalque garantindo flexibilidade à instalação e operação do sistema. Além disso, permite o monitoramento remoto através de CLP que faz o envio de informações operacionais e alarmes através do protocolo MQTT via rede 4G (APN privada da COPASA). O SimCard para estabelecer a comunicação 4G será fornecido pela COPASA.

O controle automático da elevatória faz uso dos recursos de parametrização disponíveis nos inversores e daqueles de programação disponíveis no CLP.

A seleção de operação Manual ou Automática dos conjuntos motobombas é feita por meio de uma chave seletora de 3 (três) posições (AUTO – MANUAL - DESLIGADA) instalada no PDA.

Para o Modo 1, booster em marcha, o presente PDA permite as seguintes opções:

#### a. Proteção de sucção:

1. Através do medidor de pressão ou pressostato de duplo canal. Utilizado quando a sucção do booster é feita diretamente na rede.
2. Através de medidor de nível hidrostático ou chave boia. Utilizado quando a sucção do booster é feita por meio de um poço de sucção.

#### b. Automatismo de recalque:

1. Através da medição de pressão. Neste caso, o acionamento da elevatória é realizado automaticamente em função do setpoint de pressão máxima e mínima programados no CLP.
2. Através de automatismo por medição de nível ou chave boia, quando houver um reservatório à jusante do booster.
3. Através de comandos remotos de liga/desliga via rádio.
4. Através de temporizador. Utilizado para operação degradada, quando houver falha nas opções 1, 2 e/ou 3. Nesse caso o booster entrará em operação em horários pré-programados no CLP.

Para o Modo 2, elevatória em linha, o presente PDA permite as seguintes opções:

**a. Proteção de sucção:**

1. Através da medição de nível ou chave boia. Neste caso o acionamento da elevatória é realizado automaticamente em função do setpoint de nível alto e nível baixo programados no CLP ou entradas correspondentes ao nível alto e nível baixo.

**b. Automatismo de recalque:**

1. Através de automatismo por medição de nível ou chave boia, quando houver um reservatório à jusante da elevatória.

2. Através de comandos remotos de liga/desliga via rádio.

3. Através de temporizador. Utilizado para operação degradada, quando houver falha nos modos 1 e/ou 2, neste caso a elevatória entra em operação em horários pré-programados no CLP.

No modo 2, como se trata de uma elevatória em linha, podem ser enviadas as informações do nível a jusante via rádio. Neste caso o reservatório à jusante comandará somente a primeira elevatória do sistema, e uma vez executado o comando de desliga da primeira elevatória, as demais elevatórias em linha irão desligar por nível baixo no seu poço de sucção, sem a necessidade de comandos remotos.

### **2.1.1 Modo de operação MANUAL**

A partir da chave seletora na posição "MANUAL" é possível realizar a partida ou parada do conjunto motobomba por meio das botoeiras (individuais) de comando LIGA e DESLIGA, respectivamente, instaladas na porta do PDA.

O modo de operação "MANUAL" deve ser associado a uma primeira instância de parametrização dos inversores de frequência, onde o ajuste de seus parâmetros deve prover o acionamento em velocidade fixa e controle em malha aberta. O valor da velocidade deve ser pré-ajustado em parâmetro específico de cada inversor.

O comando manual só é possível se houver o atendimento de duas condições. A primeira diz respeito ao botão de emergência não estar acionado. A segunda se refere a proteção de sucção. O comando só é permitido quando o CLP identifica que há nível ou pressão mínima para a operação do conjunto motobomba.

## 2.1.2 Modo de operação AUTOMÁTICO

Quando na posição "AUTOMÁTICO" o CLP, automaticamente, efetua a partida e parada dos conjuntos, considerando a ultrapassagem do limite alto de nível no poço de sucção para partida e limite mínimo para parada no caso de operação como elevatória ou considerando a pressão da rede quando operando como booster.

O comando automático só é possível se houver o atendimento de duas condições. A primeira diz respeito ao botão de emergência não estar acionado. A segunda se refere a proteção de sucção. O comando só é permitido quando o CLP identifica que há nível ou pressão mínima para a operação do conjunto motobomba.

O modo de operação "AUTOMÁTICO" deve prover o acionamento em velocidade variável e controle em malha fechada do conjunto motobomba. O controle em malha fechada deve ser implementado em controladores, incorporados ao CLP, que devem possuir os componentes PID (proporcional, integral e derivativo). O CLP deve prover ainda o rodízio automático dos conjuntos motobomba com base no tempo de operação de cada conjunto. Deve ser possível, também, alterar o rodízio dos conjuntos motobomba por meio de comando via rádio e recebimento de "mensagem" através do MQTT, sendo prioritária a comunicação via rádio.

O sinal de realimentação, provenientes do sensor de nível instalado no poço de sucção da elevatória ou do sensor de pressão da rede, é obtido pelo CLP que envia o sinal de referência para a entrada analógica de cada inversor.

Quando na posição "AUTOMÁTICO", o PDA efetua a partida e parada dos conjuntos com as seguintes possibilidades de automatismo:

1. Nível através de medidor hidrostático ou chave boia: Através da medição de nível do reservatório a jusante é possível acionar o conjunto motobomba quando o valor de nível mínimo programado for alcançado e parar quando o nível atingir o valor máximo permitido. A partida ocorrerá novamente apenas quando o reservatório atingir nível baixo novamente.
2. Pressão: Através de medidor de pressão ou pressostato instalado na linha de recalque é permitida a partida do conjunto quando a pressão atingir o valor estabelecido como pressão baixa e a parada quando ultrapassar o valor

estabelecido como pressão alta, sendo que a partida ocorrerá novamente apenas quando o valor de pressão atingir o valor de pressão baixa novamente.

3. Rádio: Através de comandos via rádio.
4. Programador Horário: As partidas e paradas do conjunto motobomba ocorrerão de acordo com os horários configurados no CLP, desta forma o conjunto funcionará com duração de tempo estabelecida em função das características operacionais do sistema. Esse modo é de operação degradada.

### **2.1.3 Comutação entre as instâncias de parametrização em cada inversor**

A comutação entre as duas instâncias de parametrização do inversor é realizada por um contator auxiliar comandado pelo CLP, selecionado através da chave seletora na posição “AUTOMÁTICO”. Os contatos desse contator atuam em uma entrada discreta de cada inversor. Quando esta entrada discreta estiver resetada (0V), é selecionada a primeira instância de parametrização (modo de operação “MANUAL”). Ao contrário, se estiver setada (24V), é selecionada a segunda instância de parametrização (modo de operação “AUTOMATICO”).

### **2.1.4 Operação do conjunto motobomba pela IHM do inversor**

Neste caso, o comando para partida e parada deve ser gerado na IHM do inversor. O comando para partida deve ser liberado somente por meio de senha. O ajuste da frequência do inversor deve ser feito em parâmetro específico, diretamente na IHM. Neste modo de operação, sem o uso de senha, deve ser possível efetuar o desligamento do inversor diretamente na IHM. O conjunto motobomba deve ser desligado, automaticamente, devido à atuação das proteções do próprio inversor ou atuação do botão emergência.

### **2.1.5 Falha no sinal analógico proveniente do sensor de nível**

Caso o valor do sinal na entrada analógica do inversor em operação seja igual ou inferior à 2mA, por um tempo maior que o valor pré-ajustado, deve-se gerar um evento de falha para envio pelo sistema de telemetria.

### **2.1.6 Atuação do botão emergência**

O botão de emergência está instalado na porta do PDA e atuará na entrada digital do CLP (de forma que o automatismo seja bloqueado) e também diretamente nas entradas discretas dos inversores provocando o desligamento por inércia de todos os conjuntos em

operação. O CLP deve realizar o envio do status de emergência atuada pelo sistema de telemetria.

### **2.1.7 Bloqueio da operação simultânea dos conjuntos motobomba**

A operação simultânea de 2 (dois) conjuntos motobomba deve ser bloqueada pelo CLP quando operando em modo automático. Existe também o intertravamento mecânico através dos contatores.

### **2.1.8 Programa aplicativo do CLP**

O CLP será responsável pelo controle dos conjuntos quando em modo “AUTOMÁTICO” e comunicação com o sistema de telemetria. O programa deve ser desenvolvido com todas as rotinas necessárias ao controle da elevatória que deve conter, no mínimo, as seguintes rotinas:

- a.** Aquisição e tratamento da medição de nível/pressão;
- b.** Aquisição e tratamento da medição da vazão/pressão de saída da elevatória (quando houver);
- c.** Comando de partida e parada dos conjuntos em função do nível/pressão;
- d.** Controle em malha fechada dos conjuntos utilizando controlador PID;
- e.** Monitoramento do modo de operação selecionado para envio de sinal de referência de velocidade fixa quando operando em modo MANUAL;
- f.** Rotina para rodízio entre os conjuntos em função do tempo de operação;
- g.** Tratamento de sinais de falha nos inversores para bloqueio do conjunto em falha e transferência para o conjunto reserva;
- h.** Disponibilização de monitoramento de grandezas elétricas e de processo, status operacionais e falhas para comunicação com sistema de telemetria utilizando protocolo MQTT (a COPASA poderá optar pelo uso de protocolo OPC UA).

Deve ser fornecido à COPASA o software de programação do CLP (compatível com Windows 7 e 10) para intervenções futuras, bem como o programa fonte do CLP sem restrições de acesso, programação e alterações.

### **2.1.9 Bloqueio de partida**

Independentemente da origem do comando, deve ser feito o bloqueio da partida do conjunto motobomba nas condições de nível mínimo no poço de sucção, proteções elétricas do respectivo inversor atuadas, botão emergência atuado.

### **2.1.10 Partida do conjunto reserva**

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

### **2.1.11 Rodízio dos conjuntos motobomba**

O CLP deve totalizar as horas de funcionamento de cada conjunto motobomba e efetuar o rodízio automático dos conjuntos. O tempo de operação para efetuar o rodízio será ajustado por meio do software de programação do CLP.

### **2.1.12 Sistema de Telemetria**

O monitoramento da elevatória será realizado por meio de comunicação via modem 4G e envio de mensagem pelo CLP utilizando protocolo de comunicação MQTT. A COPASA poderá optar pelo uso de protocolo OPC UA, que deve estar disponível no CLP ofertado.

Os dados de monitoramento serão encaminhados para o broker MQTT disponível na “nuvem” privada COPASA que irá disponibilizar as informações para monitoramento no sistema SCADA da cidade, sistema SCADA central e/ou por meio de mobile.

Desta forma, o CLP deve ser programado para disponibilizar via protocolo MQTT (ou OPC UA quando solicitado pela COPASA) as seguintes variáveis:

- a.** Nível no poço de sucção ou pressão de recalque;
- b.** Falha no inversor do CMB-01;
- c.** Falha no inversor do CMB-02;
- d.** Botão de Emergência atuado;
- e.** Falta de energia PDA;
- f.** Falha UPS;
- g.** CMB-01 em Ligado/Desligado;
- h.** CMB-02 em Ligado/Desligado;
- i.** Modo de operação CMB's;

- j.** Intrusão na Sala Elétrica;
- k.** Vazão de saída da elevatória, quando houver;
- l.** Tensões R/S/T – do multimetro, quando disponível;
- m.** Corrente R/S/T – dos inversores de frequência, quando disponível;
- n.** Fator de Potência – dos inversores de frequência, quando disponível.

O CLP, quando em modo automático, além do comando via rádio, deve permitir receber mensagens MQTT para os seguintes comandos:

- a.** Alterar conjunto motobomba do rodizio;
- b.** Reset do Inversor do CMB-01;
- c.** Reset do Inversor do CMB-02.

O CLP deve possuir logica de bloqueio que impeça o envio de comando consecutivos de reset para os inversores em um período inferior a 30 minutos, evitando que comandos de reset consecutivos em pequenos intervalos de tempo possam danificar o inversor.

Os comandos devem ser realizados por meio de borda de alteração (transição), ou seja, ocorrendo alteração do tipo borda de subida (nível lógico variando de 0 para 1) ou tipo borda de descida (nível lógico variando de 1 para 0) deve ser considerado pelo CLP o recebimento de um comando. Mesmo que o comando permaneça em nível lógico 1 (ou 0) após a borda de subida (ou descida), o CLP deve considerar para efeitos de comando apenas o evento da borda, desta forma, um novo comando deverá ser considerado apenas para ocorrência de nova borda (subida ou descida). O CLP deve enviar confirmação de recebimento do comando para o sistema de telemetria.

Os critérios de mapeamento, requisitos de configuração e critérios de criação de tópicos serão fornecidos pela COPASA, devendo o integrador fazer a solicitação pelo e-mail: automacao@copasa.com.br.

### **2.1.13** Requisitos para parametrização dos inversores

- a.** Deve ser configurada uma frequência mínima de operação do inversor que garanta ao conjunto motobomba atender à manométrica necessária para que ocorra o fluxo de bombeamento de água;
- b.** Em condições de partida e parada normal do conjunto motobomba o inversor deve partir e desligar em rampa;

c. Quando ocorrer à atuação da proteção do conjunto motobomba, atuação do botão emergência ou atuação das proteções elétricas e térmicas do inversor deve ocorrer parada por inércia do conjunto motobomba.

## 2.2 Relação de Entradas e Saídas do CLP

LOCAL DE AQUISIÇÃO	ENTRADAS E SAÍDAS DISCRETAS			
	ENTRADAS		SAÍDAS	
<b>Conjunto Motobomba CMB-01</b>	ED1	Inversor sem falhas	SD1	Comando liga/desliga
	ED2	Inversor ligado	SD2	Comando Reset
<b>Conjunto Motobomba CMB-02</b>	ED4	Inversor sem falhas	SD4	Comando liga/desliga
	ED5	Inversor ligado	SD5	Comando Reset
<b>PDA</b>	ED3	Operação automática	SD3	Comando Manual/Auto
	ED6	Pressão/Nível Mínimo <sup>1</sup>	SD6	Proteção Sucção
	ED7	Pressão/Nível Máximo <sup>1</sup>	SD7	Reserva
	ED8	Nível Mínimo <sup>2</sup>	SD8	Reserva
	ED9	Nível Máximo <sup>2</sup>	-	-
	ED10	Reserva	-	-
	ED11	Reserva	-	-
	ED12	Reserva	-	-
	ED13	Botão de emergência	-	-
	ED14	Falta de energia	-	-
	ED15	Alarme UPS	-	-
ED16	Intrusão sala elétrica	-	-	
LOCAL DE AQUISIÇÃO	ENTRADAS E SAÍDAS ANALÓGICAS			
	ENTRADAS		SAÍDAS	
<b>Conjunto Motobomba CMB-01</b>	-	-	SA1	Sinal de referência para inversor CMB-01
<b>Conjunto Motobomba CMB-02</b>	-	-	SA2	Sinal de referência para inversor CMB-02
<b>PDA</b>	EA1	Nível/Pressão Sucção	SA3	Reserva
	EA2	Nível/Pressão Recalque	SA4	Reserva
	EA3	Reserva	-	-
	EA4	Reserva	-	-

<sup>1</sup> Quando for utilizado pressostato ou chave boia para a proteção de sucção

<sup>2</sup> Quando for utilizado chave boia para automatismo de recalque