

---

# **PADRÃO TÉCNICO**

---

**P . 407 / 1**

## **MEMORIAL DESCRITIVO**

**PAINEL DE AUTOMAÇÃO – PDA  
PARA ACIONAMENTO DE ELEVATÓRIAS DE ESGOTO  
COMPOSTAS DE 2 (1+1) CONJUNTOS MOTOBOMBA  
UTILIZA CLP PARA MONITORAMENTO POR MEIO DO PROTOCOLO MQTT VIA TELEFONIA 3G E  
COMUNICAÇÃO MODBUS TCP COM OS QCM's**



MARÇO/2021

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>DIRETRIZES PARA UTILIZAÇÃO DESTE PROJETO PADRÃO .....</b>	<b>2</b>
1.1	Introdução .....	2
1.2	Considerações para utilização .....	2
<b>2</b>	<b>MEMORIAL DESCRITIVO .....</b>	<b>3</b>
2.1	Arquitetura de Automação .....	3
2.2	Descrição funcional.....	3
2.2.1	<i>Modo de operação MANUAL.....</i>	<i>4</i>
2.2.2	<i>Modo de operação AUTOMÁTICO.....</i>	<i>4</i>
2.2.3	<i>Comutação entre as instâncias de parametrização em cada inversor.....</i>	<i>4</i>
2.2.4	<i>Operação do conjunto motobomba pela IHM do inversor.....</i>	<i>5</i>
2.2.5	<i>Falha no sinal analógico proveniente do sensor de nível .....</i>	<i>5</i>
2.2.6	<i>Atuação das proteções dos conjuntos motobomba e do botão emergência .....</i>	<i>5</i>
2.2.7	<i>Bloqueio da operação simultânea dos conjuntos motobomba .....</i>	<i>5</i>
2.2.8	<i>Programa aplicativo do CLP ou remota.....</i>	<i>6</i>
2.2.9	<i>Bloqueio de partida.....</i>	<i>6</i>
2.2.10	<i>Parada do conjunto em operação .....</i>	<i>6</i>
2.2.11	<i>Partida do conjunto reserva.....</i>	<i>6</i>
2.2.12	<i>Rodízio dos conjuntos motobomba .....</i>	<i>7</i>
2.2.13	<i>Notificação de eventos e recebimento de comandos via rede 3G, através do protocolo MQTT.7</i>	<i>7</i>
2.2.14	<i>Requisitos para parametrização dos inversores .....</i>	<i>7</i>
2.3	Relação de Entradas e Saídas do CLP .....	9

## **1 DIRETRIZES PARA UTILIZAÇÃO DESTE PROJETO PADRÃO**

### **1.1 Introdução**

A documentação que compõe o projeto do Painel de Automação – PDA Padrão Técnico P.407 é composta deste memorial descritivo, da folha de dados, dos diagramas de força, funcional e layout além das prescrições da norma COPASA T.255.

Este projeto padrão deve ser utilizado para a fabricação de Painéis de Automação - PDA para elevatórias de esgoto compostas de 2 (dois) conjuntos motobomba submersíveis, sendo um reserva. É aplicável para os casos onde a frequência e/ou a amplitude das variações na vazão 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, mantendo este nível constante frente às variações na vazão afluyente. Para aquisição de dados e controle automático é utilizado Controlador Lógico Programável - CLP, que conectado ao modem permite o comando e monitoramento remotos da EEE, por meio do protocolo MQTT da rede 3G (APN Privada da COPASA).

### **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 diretrizes de automação T.263) e NR10.

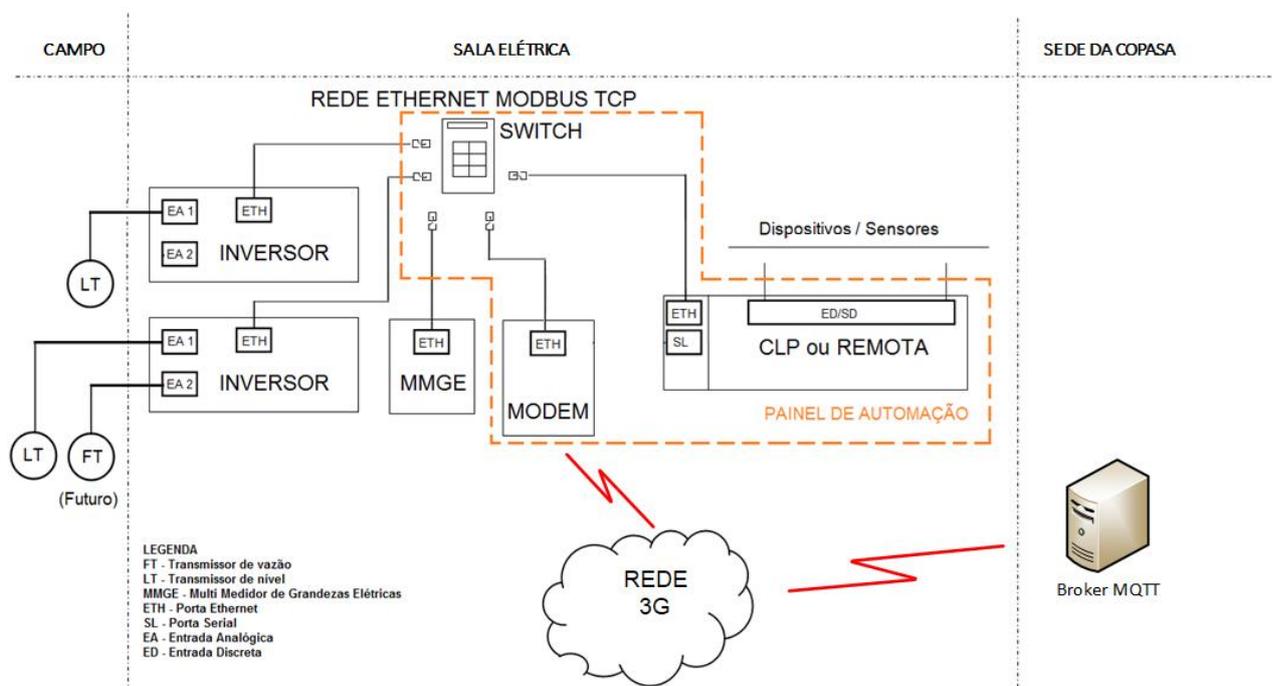
O projeto construtivo dos painéis elétricos deve ser submetido à análise da Unidade de Serviço de Gestão de Projetos da COPASA e somente estarão liberados para construção após emissão de Parecer Técnico de Aprovação.

Os projetos somente serão analisados quando apresentados juntamente com ART do projeto e fabricação.

## 2 MEMORIAL DESCRITIVO

### 2.1 Arquitetura de Automação

A arquitetura de automação a ser implantada utilizando o presente projeto padrão é apresentada na Figura 1.



**Figura 1 - Arquitetura de Automação**

### 2.2 Descrição funcional

O CLP ou a remota instalada no PDA deve efetuar a coleta de dados, o controle automático das elevatórias e o envio automático de notificação de eventos (telemetria) através do protocolo MQTT via rede 3G (APN Privada da COPASA).

Os dispositivos eletrônicos inteligentes da elevatória, incluindo inversores de frequência e medidor de grandezas elétricas, devem ser conectados à rede local ethernet (LAN), por meio de switch não gerenciável, onde deve ser conectado o CLP ou a remota que deve também coordenar a comunicação com estes dispositivos, utilizando o protocolo padrão MODBUS TCP. O switch deve incluir portas reservas, além daquelas indicadas no desenho de arquitetura da figura 1.

O controle automático da elevatória deve fazer uso dos recursos de parametrização disponíveis nos inversores (instalados no interior do QCM's, Padrão Técnico P.401, P.403 ou P.405) e daqueles de programação disponíveis no CLP.

A seleção de operação Manual ou Automática de cada conjunto motobomba é feita por meio de chaves seletoras de 3 (três) posições (AUTO – MANUT. - MANUAL), instaladas no PDA, sendo uma chave para cada conjunto.

### **2.2.1 Modo de operação MANUAL**

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

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

### **2.2.2 Modo de operação AUTOMÁTICO**

Quando na posição "AUTOMÁTICO" o CLP, automaticamente, efetua a partida e parada dos conjuntos, considerando o seu programa aplicativo para o rodízio automático dos conjuntos motobomba tendo como base o tempo de operação, e a ultrapassagem do limite alto de nível no poço de sucção. Deve ser possível também, alterar o rodízio conjuntos motobomba, por meio do recebimento de mensagem MQTT.

Este modo de operação, denominado "AUTOMÁTICO" deve ser associado a uma segunda instância de parametrização dos inversores de frequência, onde o ajuste de seus parâmetros deve prover acionamento em velocidade variável e controle em malha fechada. O controle em malha fechada deve ser implementado em controladores, incorporados aos inversores de frequência, que devem possuir as componentes PID (proporcional, integral e derivativo). Os sinais de realimentação, provenientes dos sensores de nível instalados no poço de sucção de cada conjunto motobomba, devem ser obtidos nas entradas analógicas de cada inversor, onde os sensores de nível devem ser interligados a 2 (dois) fios. A alimentação dos sensores de nível deve ser provida pelo módulo de entrada analógica do inversor.

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

A comutação entre as duas instâncias de parametrização do inversor é realizada pelo contato da chave seletora na posição "AUTOMÁTICO", que deve ser conectado em uma entrada discreta do inversor. Quando esta entrada discreta estiver resetada (0V), é

selecionada a primeira instância de parametrização (modo de operação “LOCAL”). Ao contrário, se estiver setada (24V), é selecionada a segunda instância de parametrização (modo de operação “AUTOMÁTICO”).

#### **2.2.4** 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, da proteção do conjunto motobomba ou atuação do botão emergência.

#### **2.2.5** 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 em parâmetro específico do inversor, uma função para desligamento do conjunto motobomba deve ser ativada e gerado evento de falha.

Alternativamente, o conjunto motobomba pode continuar operando, considerando o sinal do medidor de nível instalado no poço de sucção do conjunto reserva, neste caso obtido a partir do CLP ou remota.

#### **2.2.6** Atuação das proteções dos conjuntos motobomba e do botão emergência

O contato da proteção incorporada a cada conjunto motobomba, que inclui sensores de umidade e temperatura, deve efetuar o desligamento do conjunto, atuando diretamente no respectivo inversor, por meio de uma entrada discreta. De forma idêntica, deve ser feito o desligamento do conjunto devido à operação do botão Emergência.

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

A operação simultânea dos conjuntos motobomba deve ser bloqueada diretamente nos inversores de frequência. Para tanto deve ser feita a interligação cruzada entre a saída discreta, que indica inversor funcionando, de um dos inversores e uma entrada discreta do outro inversor e vice versa. Esta entrada discreta, em cada inversor, deve bloquear a sua partida se o outro inversor estiver em operação.

### 2.2.8 Programa aplicativo do CLP ou remota

Exceto quando a operação é feita pela IHM do inversor, os comandos para partida e parada do conjunto motobomba são enviados ao inversor pelo CLP ou remota. Estes comandos podem ser gerados manualmente por meio da chave seletora local na posição “MANUAL” e automaticamente, quando a chave seletora estiver na posição “AUTOMÁTICO”, por meio da lógica de rodízio dos conjuntos motobomba.

O programa aplicativo do CLP deve permitir o recebimento de comandos remotos de liga/desliga por meio de mensagens MQTT, quando em modo “AUTOMÁTICO”. Os comandos remotos não terão prioridade sobre o automatismo local, ou seja, o automatismo local de liga/desliga conjunto motobomba terá prioridade de execução frente a um comando remoto.

### 2.2.9 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, proteção do próprio conjunto motobomba atuada, botão emergência do conjunto atuado.

### 2.2.10 Parada do conjunto em operação

O CLP deve enviar comando para desligamento do conjunto motobomba em operação caso seja gerado comando para desligamento na respectiva botoeira quando em MANUAL, na lógica de rodízio dos conjuntos motobomba ou quando do recebimento de comando por MQTT. Reforça-se que um comando de liga do automatismo local terá prioridade sobre um comando de desliga remoto.

### 2.2.11 Partida do conjunto reserva

O CLP deve enviar comando para partida automática do conjunto motobomba reserva caso:

- a. Ocorra nível alto no poço de sucção e o conjunto motobomba que se encontrava em operação tenha sido desligado por tempo de operação ou atuação da proteção elétrica do respectivo inversor ou atuação da proteção do próprio conjunto motobomba ou atuação do respectivo botão emergência;
- b. O motor que se encontrava em operação tenha sido desligado por falha no sinal analógico proveniente do respectivo sensor de nível.

### **2.2.12 Rodízio dos conjuntos motobomba**

O CLP ou remota deve totalizar as horas de funcionamento de cada conjunto motobomba e efetuar o rodízio automático dos conjuntos realizando a parada do conjunto em operação caso o valor totalizado das horas de operação tenha excedido o limite ajustado e em seguida efetuar a partida do motobomba reserva. O tempo de operação para efetuar o rodízio será ajustado por meio do software de programação do CLP. A partida do conjunto reserva deve estar condicionada ao nível alto no poço de sucção.

### **2.2.13 Notificação de eventos e recebimento de comandos via rede 3G, através do protocolo MQTT**

O CLP ou remota deve possibilitar a configuração do endereço do BROKER MQTT localizado na sede da COPASA e também a inserção de tópicos (para cada variável monitorada) conforme orientações da COPASA.

O CLP ou remota deve monitorar os seguintes parâmetros/variáveis da elevatória:

- a.** Tensões R/S/T - Multimedidor;
- b.** Correntes R/ST – Dos Inversores de Frequência;
- c.** Fator de Potência - Dos Inversores de Frequência;
- d.** Nível Poço Sucção;
- e.** Status dos CMBs (Ligado/Desligado/Falha);
- f.** Falha dos Inversores de Frequência;
- g.** Intrusão Sala Elétrica e Abertura de Painéis;
- h.** Monitoramento UPS (Modo Bateria, Falhas);
- i.** Modo de Operação dos CMBs (Automático/Manual).
- j.** Outros que podem ser necessários, em função de características específicas da elevatória e seus equipamentos.

O CLP ou remota deve receber mensagens MQTT para:

- a.** Ligar conjunto motobomba;
- b.** Desligar conjunto motobomba;
- c.** Alterar conjunto motobomba do rodízio;

### **2.2.14 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 do esgoto;

- 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;
- d.** O inversor deve possuir função "Hibernar". Ou seja, deverá reduzir a zero a frequência de saída do inversor, quando permanecer na frequência mínima de operação por um período de tempo pré-determinado. Quando o nível atingir um valor, pré-determinado, acima do setpoint, o inversor deverá sair do modo "hibernar" entrando novamente em operação em malha fechada. Deverá ainda, permitir a configuração do tempo de permanência e entrada no modo "hibernar" de forma a ajustar o sistema para o máximo de partidas e paradas por hora permitidas para o inversor e conjunto motobomba;
- e.** O inversor de frequência deve possuir recursos que possibilitem a disponibilização da medição de nível, obtida pela entrada analógica, no display de sua IHM instalada na porta do painel. Esta medição deverá ser mostrada na tela principal da IHM, em unidade de engenharia. Em casos de consultas ou programações na IHM, o sistema deverá retornar automaticamente à tela principal mostrando a medição de nível, após um período de inatividade nas teclas de navegação;

### 2.3 Relação de Entradas e Saídas do CLP

LOCAL DE AQUISIÇÃO	ENTRADAS E SAÍDAS DISCRETAS			
	ENTRADAS		SAÍDAS	
<b>Conjunto Motobomba CMB-01</b>	ED1	Botoeira de Liga	SD1	Sinaliza “Motobomba Desligada”
	ED2	Botoeira de Desliga	SD2	Sinaliza “Motobomba Ligada”
	ED3	Seletora Automático	SD3	Sinaliza “Falha na Motobomba”
	-	-	SD4	Sinaliza “Falha no Inversor”
<b>Conjunto Motobomba CMB-02</b>	ED4	Botoeira de Liga	SD5	Sinaliza “Motobomba Desligada”
	ED5	Botoeira de Desliga	SD6	Sinaliza “Motobomba Ligada”
	ED6	Seletora Automático	SD7	Sinaliza “Falha na Motobomba”
	-	-	SD8	Sinaliza “Falha no Inversor”
<b>PDA</b>	ED7	Botoeira de Teste de Lâmpada	SD9	Reserva
	ED8	Sensor de abertura do Painel	SD10	Reserva
	ED9	UPS – Falha	SD11	Reserva
	ED10	UPS – bateria	SD12	Reserva
<b>QGBT</b>	ED11	Sensor de abertura do Painel	-	-
<b>PDA</b>	ED12	Reserva	SD13	Reserva
	ED13	Reserva	SD14	Reserva
	ED14	Reserva	SD15	Reserva
	ED15	Reserva	SD16	Reserva
	ED16	Reserva	-	-
LOCAL DE AQUISIÇÃO	REDE ETHERNET MODBUS TCP			
<b>Inversor de Frequência no QCM-01</b>	Sinais de estado, alarmes e falhas no inversor de frequência e painel aberto			
	Comando Liga / Desliga inversor de frequência			
	Nível no poço de sucção			
<b>Inversor de Frequência no QCM-02</b>	Sinais de estado, alarmes e falhas no inversor de frequência e painel aberto			
	Comando Liga / Desliga inversor de frequência			
	Nível no poço de sucção			
<b>MMGE (QGBT)</b>	Grandezas elétricas (Tensão, Corrente, Potência e Fator de Potência)			