
PADRÃO TÉCNICO

P.384 / 2

MEMORIAL DESCRITIVO

**QUADRO DE COMANDO E PROTEÇÃO DE MOTOR –
QCM PARA POÇO PROFUNDO COM INVERSOR DE
FREQUÊNCIA (INVERSOR COM ALIMENTAÇÃO
TRIFÁSICA E SAÍDA TRIFÁSICA)**



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	Programa aplicativo do CLP	3
2.2	Descritivo funcional	4
2.2.1	<i>Modo de operação MANUAL (local)</i>	<i>4</i>
2.2.2	<i>Modo de operação AUTOMÁTICO</i>	<i>5</i>
2.2.3	<i>Requisitos para parametrização dos inversores</i>	<i>7</i>
2.2.4	<i>Modo de operação do inversor</i>	<i>7</i>
2.2.5	<i>Operação do conjunto motobomba pela IHM do inversor</i>	<i>8</i>
2.2.6	<i>Atuação do botão emergência</i>	<i>8</i>
2.2.7	<i>Bloqueio de partida</i>	<i>8</i>
2.3	Sistema de Telemetria	8
2.4	Operação Remota	9
2.5	Comissionamento e testes de comunicação	9
2.6	Relação de Entradas e Saídas do CLP	10
2.7	Planilha de Mapeamento MQTT	11

1 DIRETRIZES PARA UTILIZAÇÃO DESTE PROJETO PADRÃO

1.1 Introdução

A documentação que compõe o projeto do Quadro de Comando e Proteção de Motor – QCM Padrão Técnico P.384 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 Quadro de Comando e Proteção de Motor – QCM para poços profundos utilizando inversor de frequência com alimentação trifásica e acionamento de 1 (um) conjunto motobomba trifásico. O quadro deve ser fornecido com um Controlador Lógico Programável (CLP) programado para acionamento do poço conforme requisitos deste memorial descritivo. A esse CLP, é conectado um modem celular para aquisição de dados de telemetria do poço 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.

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 T.263) e NR10.

O projeto construtivo dos painéis elétricos deve ser submetido à análise da Gerência de Desenvolvimento 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 Programa aplicativo do CLP

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

- a.** Aquisição e tratamento da medição de nível do poço;
- b.** Aquisição e tratamento da medição de reservatório à jusante (entrada analógica);
- c.** Aquisição e tratamento da medição da vazão de saída do poço (entrada analógica);
- d.** Comando de partida e parada do conjunto em função do nível do reservatório à jusante;
- e.** Bloqueio de partida e intertravamento do funcionamento do conjunto em função dos sinais de falha no inversor, botão de emergência e proteção de sucção;
- f.** Monitoramento do nível dos tanques de produtos químicos;
- g.** Monitoramento do modo de operação selecionado;
- h.** Monitoramento das grandezas elétricas disponibilizadas pelo inversor, utilizando comunicação serial Modbus RTU.
- i.** Monitoramento de grandezas elétricas e de processo, status operacionais e falhas para, com envio destas variáveis ao Sistema Integrado de Supervisão da Copasa – Copasis, utilizando protocolo MQTT.
- j.** As rotinas de malha fechada e comunicação com sistema de rádio via protocolo Modbus somente deverão ser implementadas quando o escopo de fornecimento compreender o fornecimento e instalação do painel e houver sistema de rádio com comunicação modbus.

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

2.2 Descritivo funcional

O projeto do QCM foi desenvolvido de forma que o poço possua mais de uma opção de automatismo de recalque, garantindo flexibilidade à instalação e operação do sistema. Além disso, é possível o monitoramento remoto dos sinais interligados ao quadro através de CLP, que faz o envio das informações operacionais e alarmes através do protocolo MQTT via rede celular (APN privada e dedicada da COPASA). O SimCard para estabelecer a comunicação celular será fornecido pela COPASA.

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

Observa-se que a automatismo descrito a seguir deve ser implantado para os casos onde 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, controle em malha fechada e 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.

A seleção de operação Manual ou Automática do conjunto motobombas é feita por meio de uma chave seletora de 3 (três) posições (MANUAL – DESLIGADA – AUTO) instalada no QCM.

2.2.1 Modo de operação MANUAL (local)

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 QCM. No modo de operação "MANUAL", o inversor de frequência deve ser acionado com velocidade fixa. Para comissionamento em fábrica deve ser adotada frequência 60Hz na saída do inversor.

O comando manual só deve ser possível se houver o atendimento às condições de proteção do sistema: Botão de emergência não estar acionado, não houver falta de fase, não houver falha no inversor e proteção de sucção não acionada, sinal obtido através do relé de nível (RN1).

2.2.2 Modo de operação AUTOMÁTICO

Quando na posição "AUTOMÁTICO" o CLP, automaticamente, efetua a partida e parada do conjunto, considerando os setpoints de nível alto para parada e nível baixo para partida.

O comando automático só deve ser possível se houver o atendimento às condições de proteção do sistema: Botão de emergência não estar acionado, não houver falta de fase, não houver falha no inversor e proteção de sucção não acionada, sinal obtido através do relé de nível (RN1).

Quando na posição "AUTOMÁTICO", o CLP do QCM efetua a partida e parada do conjunto em função do nível do reservatório à jusante, que pode estar no mesmo local ou em local geograficamente distinto e distante do poço. O programa aplicativo do CLP, que deve obrigatoriamente ser desenvolvido, implementado, comissionado e testado em fábrica pelo fornecedor do painel, deve prever a comutação automática entre os cenários de operação descritos a seguir.

O programa aplicativo do CLP deve prever o automatismo do poço com base no nível do reservatório a jusante (reservatório, tanque de contato ou poço de sucção abastecido pelo poço). Esse automatismo deve operar em modo *failback*, ou seja, na ausência da opção de automatismo 1 (um), o CLP deve comutar automaticamente para a opção de automatismo 2 (dois) e, em caso de falha comutar automaticamente para o modo degradado, onde a operação é realizada por meio de timer horário. A seguir são descritos os modos de automatismo que devem, **obrigatoriamente**, ser implementados no CLP pelo **fornecedor** do painel:

- a. Opção 1: Transmissão de comando via rádio. Neste modo, a informação de nível é obtida pelo CLP a partir de um link de rádio entre o poço e o reservatório. O link pode ser por meio de rádio ethernet, serial ou radio I/O. O acionamento via rádio I/O poderá ser por meio de uma entrada analógica ou por meio de chave boia a partir de entradas discretas. Primeiramente o CLP deverá verificar se o link de rádio está ativo a partir da entrada digital ED12, ativa. Estando o link ativo, o CLP deve acionar a saída SD1. Em seguida deverá verificar se o sinal da entrada analógica EA3 é válido (diagnóstico de canal aberto), sendo atribuído a esse canal o range de 0 a 1000. Havendo sinal válido na entrada analógica EA3, o CLP fará o acionamento do poço (SD2) em função desse sinal, devendo fazer o acionamento do poço para o valor de

300 e desligar quando atingir 800. Para o caso em que a entrada analógica EA3 não seja válida, sinal aberto, o CLP deve automaticamente considerar o acionamento do poço a partir da ED5. Caso ocorra falha de comunicação do rádio, ED12 desativada, o automatismo deve ser comutado, automaticamente para opção 2. O automatismo via rádio ethernet ou serial, por depender das características do rádio, somente deverá ser implementado na lógica, quando o escopo incluir o fornecimento e instalação do painel, com comunicação via rádio ethernet.

- b.** Opção 2: Automatismo utilizando o nível do reservatório remoto, por meio do protocolo MQTT, utilizando rede de telefonia celular em APN privada e dedicada COPASA. Neste modo de operação, o CLP deverá sobrescrever (*subscribe*) o nível do reservatório e realizar o acionamento do poço em função desse nível. O programa deve considerar que o range do nível será de 0 a 1000 (valores negativos devem ser considerados falha de comunicação), deve fazer o acionamento do poço (saída SD2) para o valor de 300 e desligar quando atingir 800. O CLP deve possuir lógica interna que verifique a comunicação do mesmo com o broker MQTT, e se a remota do reservatório está com comunicação ativa, e acionar a saída SD1. A verificação de remota do reservatório ativa será por meio do tópico de *Last Will*, onde o valor de *payload* em 192 indica comunicação ativa, e 24, falha de comunicação. Deve ser previsto um bloco de *delay* de 2 (dois) minutos para que a saída digital de comunicação ativa seja ativada, com o objetivo de evitar chaveamento excessivo em caso de intermitências de comunicação celular. Da mesma forma, em caso de falha de comunicação, a lógica deve aguardar 5 (cinco) minutos antes de desativar a saída, com o objetivo de deixar o sistema resiliente a falhas momentâneas de comunicação celular. A lógica deve ainda monitorar a frequência de recebimento do tópico de nível, de modo que, caso o tópico fique por um período superior a 30 (trinta) minutos sem receber publicação, seja considerado falha de comunicação. Caso ocorra falha de comunicação com o sistema de telemetria via telefonia celular, o automatismo deve ser comutado automaticamente para opção 3 de automatismo.
- c.** Opção 3: Automatismo local via timer. Este é o modo de operação degradado, ou seja, exclusivamente no caso de falha do sistema de rádio e/ou comunicação celular. Neste modo, a saída SD1 é mantida desativada, habilitando o automatismo via timer, que é realizado sem passar pelo CLP, ou seja, exclusivamente pelo timer (RTC1) e logica de contadores, conforme desenho funcional do painel.

A partir da lógica descrita na opção 1, é possível fazer o acionamento do poço quando o reservatório estiver no mesmo local, ou seja, sem a necessidade de rádio e sem necessidade de alteração da lógica. Para isso, deve ser realizada ligação direta entre os bornes X1.7 e X1.9.

O projeto do painel prevê a possibilidade de implementação de lógicas de controle mais robustas, com controle em malha fechada do inversor usando como referência a vazão de recalque do poço, nível de sucção do poço e/ou nível do reservatório a jusante, além de controle e monitoramento de sistema de dosagem em malha fechada. **Porém, por se tratar de aplicação específica, onde faz-se necessário o conhecimento prévio do sistema, o desenvolvimento de lógicas de controle em malha fechada não será escopo de fornecimento da lógica de CLP, quando o escopo de fornecimento for exclusivamente o fornecimento do painel. No entanto, devem ser implementadas todas as interligações físicas entre CLP e inversor que permitam tal controle, conforme diagrama elétrico e funcional apresentado no desenho do presente padrão técnico. Nos casos de contratações cujo objeto contemple, além do fornecimento do quadro, o fornecimento e instalação de sistema de rádio com comunicação via rede, o desenvolvimento da lógica de comunicação entre CLP e sistema rádio é escopo do programa de CLP a ser desenvolvido.**

2.2.3 Requisitos para parametrização dos inversores

- a. Em condições de partida e parada normal do conjunto motobomba o inversor deve partir e desligar em rampa;
- b. 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.

2.2.4 Modo de operação do inversor

O inversor poderá operar em malha aberta ou malha fechada. No modo de operação em malha aberta (CS1 em MANUAL), o inversor irá operar com frequência fixa, que deve ser configurada em fábrica com 60Hz. O modo de operação em malha fechada (CS1 em AUTOMÁTICO), será ativado por meio da saída SD3 do CLP, onde o inversor deverá operar conforme sinal de corrente da sua entrada analógica. O inversor enviará, por meio da sua saída analógica, a sua frequência de operação, ao CLP, para implementação da malha de controle.

Para ativação de operação do inversor em malha fechada (SD3 ativa), além de CS1 em modo automático, deve ser observado o status da variável analógica utilizada como variável de processo. Ou seja, caso não haja confirmação do sinal, o modo de operação do inversor deve ser em malha aberta, frequência fixa, SD3 desativada.

Por se tratar de aplicação específica, o desenvolvimento desta lógica de controle com velocidade variável no programa padrão do quadro não é obrigatório. Porém, devem ser implementadas todas as interligações físicas entre CLP e inversor que permitam tal controle, conforme diagrama elétrico de referência.

2.2.5 Operação do conjunto motobomba pela IHM do inversor

O inversor deve ser programado para não permitir, em hipótese alguma, o acionamento do inversor pela IHM. A programação da IHM deve ser protegida por senha, o inversor deve sair de fábrica com a senha padrão: 1234. O objetivo da senha não é impedir o acesso ao menu de programação e sim garantir que as alterações estão sendo realizadas de forma consciente.

2.2.6 Atuação do botão emergência

O botão de emergência está instalado na porta do QCM 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 do conjunto em 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 mínimo no poço, proteções elétricas do respectivo inversor atuadas, botão emergência atuado.

2.3 Sistema de Telemetria

O CLP deverá enviar os dados operacionais do poço para monitoramento remoto, via Copasis, utilizando protocolo MQTT e comunicação via telefonia celular, conforme planilha de mapeamento apresentada no item 2.7 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.

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

- a. Nível no poço;
- b. Nível do reservatório;
- c. Vazão de saída do poço;
- d. Poço Ligado/Desligado;
- e. Nível baixo no tanque de cloro;
- f. Nível baixo no tanque de flúor;
- g. Falha no inversor;
- h. Modo de operação;
- i. Botão de Emergência atuado;
- j. Falta de energia QCM;
- k. Falha UPS;
- l. Intrusão na Sala Elétrica ou Porta do Painel Aberta;
- m. Tensões do inversor de frequência;
- n. Corrente do inversor de frequência;
- o. Fator de Potência do inversor de frequência;
- p. Frequência do inversor.

2.4 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.

2.5 Comissionamento e testes de comunicação

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.

As atividades de comissionamento e testes de comunicação também deverão ser solicitadas e agendadas no email: automacao@copasa.com.br.

2.6 Relação de Entradas e Saídas do CLP

LOCAL DE AQUISIÇÃO	ENTRADAS E SAÍDAS DISCRETAS			
	ENTRADAS		SAÍDAS	
QCM	ED1	Poço ligado	SD1	Comunicação ativa
	ED2	Inversor sem falhas	SD2	Comando liga/desliga
	ED3	Operação automática	SD3	Comando manual/auto
	ED4	Proteção de sucção	SD4	Reserva
	ED3	Comando liga boia / rádio IO ¹	-	-
	ED6	Nível baixo no tanque de Cloro	-	-
	ED7	Nível baixo no tanque de Flúor	-	-
	ED8	Reserva	-	-
	ED9	Reserva	-	-
	ED10	Reserva	-	-
	ED11	Reserva	-	-
	ED12	Comunicação ativa – Rádio IO ²	-	-
	ED13	Botão de emergência	-	-
	ED14	Falta de fase/energia	-	-
	ED15	Intrusão sala elétrica	-	-
	ED16	Alarme UPS	-	-
LOCAL DE AQUISIÇÃO	ENTRADAS E SAÍDAS ANALÓGICAS			
	ENTRADAS		SAÍDAS	
QCM	EA1	Vazão de saída do poço	SA1	Sinal de referência para inversor
	EA2	Nível do poço	SA2	Sinal de referência para bombas dosadoras
	EA3	Nível do reservatório	-	-
	EA4	Reserva	-	-

¹ Quando for utilizado chave boia ou Rádio IO para automatismo de recalque.

² Deverá ser feita ligação direta entre os bornes X1.7 e X1.9 do QCM nos casos de automatismo com chave boia.

2.7 Planilha de Mapeamento MQTT

O CLP deverá enviar os dados operacionais do poço 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.

ESTRUTURA DO ENDEREÇO	
RXXXX/RTUSSSS/YYYYWWW/ZZNN/KKT	
XXXX =	Sisloc (Cidade)
SSS =	Número sequencial da remota
YYY =	Designação do tipo de unidade (POP, ETA, ETE, EEE, EAT, EAB, RAP, REL, BST) conforme tag SAP
WWW =	Número sequencial da unidade conforme tag SAP
ZZ=	Identificação do Instrumento e/ou variação baseada na norma ISA 5.1
NN =	Número sequencial
KK =	Tipo do Sinal (AI (Corrente), 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 (<i>check</i> de integridade) a cada 15 minutos, independente de variação;	
4 - Envio de PINGREQ a cada 5 minutos (<i>keepalive</i>);	
5 - O dispositivo deve permitir ainda o envio de todas variáveis (pedido de integridade) a partir de um comando do supervisorio;	
6 - Usar histerese em relação à última medição enviada para envio das variáveis analógicas.	
7 - Solicitar as informações de endereço IP do broker, porta de comunicação, usuário e senha à GNDI através do e-mail automacao@copasa.com.br .	



SISLOC	Cidade	Remota	Unidade	Tag	Volume	Nível extravasão	Range	Potência	
P.383									
0000	Cidade	RTU000	POP000_P383	POP000			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
	R0000/RTU000/POP000/YU01/STW		Poço Ligado (Ligado 1: Desligado 0)					0	I00
			Poço - Inversor/softstarter/djmotor/relé térmico sem falha (Sem falha 1 : Com falha 0)					1	I01
			Automático / Manual (Automático 1 : Manual 0)					2	I02
			Proteção de sucção					3	I03
			Nível Baixo Poço					4	I04
			Nível Baixo Tanque de Cloro					5	I05
			Nível Baixo Tanque de Flúor					6	I06
			Reserva					7	I07
			Reserva					8	I08
			Reserva					9	I09
			Reserva					10	I10
			Falta de fase / Falta de energia (sem falha 1: com falha 0)					11	I11
			Emergência geral (sem falha 1 : com falha 0)					12	I12
			Falta de fase / Falta de energia (sem falha 1: com falha 0)					13	I13
			Intrusão (fechada 1 : aberta 0)					14	I14
			Falha UPS1 (sem falha 1: com falha 0)					15	I15
	R0000/RTU000/POP000/FT01/AIW (ou MBW)		Vazão – Valor em litros por segundo – l/s, convertido em escala de 0 a 1000					-	AI0
	R0000/RTU000/POP000/FQ01/TTD		Vazão Totalizada – Valor em metros cúbicos – m³					-	-
	R0000/RTU000/POP000/LT01/AIW		Nível Poço – Valor em metros – m, convertido em escala de 0 a 1000					-	AI1
	R0000/RTU000/REL000/LT01/AIW		Nível Reservatório – Valor em metros - m, convertido em escala de 0 a 1000					-	AI2
	R0000/RTU000/POP000/IT01/MBW		Corrente do motor – Valor em Ampere – A					-	Rede
	R0000/RTU000/POP000/ET01/MBW		Tensão de saída do driver – Valor em Volts – V					-	Rede
	R0000/RTU000/POP000/FP01/MBW		Fator de Potência – Valor em porcentagem – %					-	Rede
	R0000/RTU000/POP000/FP01/MBW		Frequência de saída do driver – Valor em Hertz – Hz					-	Rede
	R0000/RTU000/LASTWILL		Last Will and Testament - Informa ao broker mensagem a ser enviada em caso de desconexão.					-	-
	R0000/RTU000/INTEG		Pedido de Integridade (remota envia todas as variáveis)					-	-
	R0000/RTU000/LASTWILL		Last Will and Testament - Solicita ao broker mensagem de Last Will da remota do reservatório à jusante.					-	-
	R0000/RTU000/INTEG		Pedido de Integridade dos dados da remota do reservatório à jusante					-	-
REMOTA	Versão Software (R00)		Firmware Gateway		N° Chip			N° Patrimônio Gateway	
TAG SAP	TAG SAP		TAG GIS		Geolocalização				
	0000-POP000		POP00000000		XX° XX' XX.XX" O XX° XX' XX.XX" S				
	0000-REL000		RSV00000000		XX° XX' XX.XX" O XX° XX' XX.XX" S				