

Memorial descritivo projeto de automação

Cliente: SESC Aracruz

Guarapari, Nov - 2023

Memorial descritivo projeto de automação

AUTOR:

Engenheiro eletricitista Lucas Pinheiro Abu Dioan

DATA DA INSPEÇÃO:

05 de outubro de 2023

ART: 0820230283529

Sumário

1. Resumo	4
a. Local	4
b. Resumo	4
2. Objetivo.....	4
3. Bibliografia	5
4. Situação do edifício.....	5
5. Visita de campo:	6
a. Materiais e métodos.....	6
b. Condições dos painéis da sala de máquinas	8
c. Conjunto de painéis na casa de máquinas de máquinas.	9
d. As builts	10
6. Proposta para automação de sistema.....	12
a. Equipamentos propostos para automação.....	12
b. Topologia da rede	14
c. Cablagem e protocolos de comunicação	18
d. Fornecimento de energia para sistema	21
e. CPU	22
f. IHM	23
g. Instrumentação	24
h. Sistema de telemetria	24
7. Conclusão	27
a. Estado atual	27
b. Proposta	27
ANEXO I – Protocolo de comunicação PRIMA	28
Anexo II – Protocolo de comunicação ProfBus ABB	29

1. Resumo

a. Local

Nome / Razão social	Serviço Social do Comércio - Sesc AR/ES
CNPJ/CPF	05.305.785/0004-77
Data	04/09/2023
Finalidade	Confecção de automação para sistema de bombeamento
Endereço	RODOVIA DO SOL, SN / KM 35
CEP	29190-010
Cidade / UF	Aracruz/ES

b. Resumo

REVISÕES							
Tipo de Emissão (TE)							
A	PRELIMINAR	C	P/ CONHECIMENTO	E	P/ A CONSTRUÇÃO	G	CONFORME CONSTRUÍDO
B	P/ APROVAÇÃO	D	P/ A COTAÇÃO	F	CONFORME COMPRADO	H	CANCELADO
Rev	TE	Descrição	Proj.	Ver.	Aut.	Data	
1.0	A	Visita as instalações	SESC_ARC_logica01	N/A	Lucas P. Abu Dioan	25/09/23	
1.0	C	As built de painéis	SESC_ARC_logica01	N/A	Erika Lipaus	06/10/23	
1.0	B	Diagramas funcionais	SESC_ARC_logica01	01	Lucas P. Abu Dioan	13/10/23	
1.0	B	Lista de materiais	SESC_ARC_logica01	01	Lucas P. Abu Dioan	13/10/23	
1.0	B	Planta baixa	SESC_ARC_logica01	01	Lucas P. Abu Dioan	13/10/23	
2.0	B	Diagramas funcionais	SESC_ARC_logica01	02	Lucas P. Abu Dioan	10/11/23	
2.0	B	Lista de materiais	SESC_ARC_logica01	02	Lucas P. Abu Dioan	10/11/23	
2.0	B	Planta baixa	SESC_ARC_logica01	02	Lucas P. Abu Dioan	10/11/23	
2.0	E	Lista de materiais	SESC_ARC_logica01	01	Lucas P. Abu Dioan	10/11/23	

2. Objetivo

- Avaliar as condições físicas da instalação:
 - Identificar através de inspeção visual algum tipo de falha ou vício oculto dentro dos painéis analisados.
 - Avaliar as condições físicas e de integridade dos painéis de comando.
- Levantamento proposto:
 - Realizar as Build dos painéis de automação ali existentes.
 - Identificar os terminais de acionamento de cada um dos barramentos.
 - Levantar informações de medidas e posicionamento da instalação.
- Elaboração de projeto:
 - Desenvolver solução de controle e automação para as instalações do SESC.
 - Especificar equipamentos de controle de acionamentos para a aplicação proposta.
 - Dimensionar a estrutura necessária para dar suporte as instalações.
 - Dimensionar os equipamentos necessários para a composição da sala de comando.
 - Levantar lista de materiais.

3. Bibliografia

- NBR 5410
- NR10
- NBR14565

4. Situação do edifício

O edifício opera como um resort de 556 quartos e parque aquático, além de possuir capacidade para 800 pessoas. O sistema tem por objetivo automatizar as bombas que controlam os tobogãs, chafarizes e rio artificial. O edifício é alimentado em média tensão, e sua tensão secundária na zona do shopping é de 380V.

O sistema opera atualmente através uma mesa de automação envelhecida, já precisando de reparos. Muitos dos comandos utilizados para operar as bombas só podem ser acionados diretamente nos quadros de comando. Não existe instrumentação capaz de registrar se um equipamento se encontra desligado.

Os painéis de automação apresentam em média uma integridade adequada, todavia alguns deles necessitam de reparos pontuais, substituição de leds, troca de reles ou fiação já envelhecidos, entre outros. A maior parte dos conjuntos são alojados em sua maior parte na sala de máquinas, abaixo do centro de operações.

Os outros 10 painéis mais novos foram colocados em uma outra casa de máquinas, mais distante das instalações. Estes são compostos por um conjunto de software starter e comandam os toboáguas dentro da região do rio lento.

Itens	Observação
Tipo de ligação	Trifásico
Níveis de tensão de baixa tensão	380V/220V
Tipo de esquema de aterramento	TN-S

Os painéis ligados a filtragem não foram levantados, uma vez que não fazem parte do escopo do projeto. Os 21 painéis de comando abrigam 33 comandos diferentes, nomeados da seguinte forma:

- Rio Lento 1;
- Rio Lento 2;
- Rio Lento 3;
- Rio Lento 4;
- Rio Lento 5;
- Tobogã Azul;
- Tobogã Verde;
- Tobogã Amarelo preto;
- Tobogã Laranja;
- Tobogã Laranja reto;
- Tobogã Branco;
- Tobogã Vermelho;
- Tobogã Vermelho reto;
- Tobogã Amarelo;
- Sapo;
- Três comandos no Chafariz Serra 2;
- Três comandos no Chafariz Serra 1;
- QMC Serra 1;
- QMC Serra 2;
- Chafariz;
- Comandos de 1 a 9 do painel Laranja.

Os equipamentos ficam distribuídos entre uma sala de máquinas, abaixo do centro de comando e uma cabine de máquinas, próxima aos tobogãs. A única passagem possível para a cablagem de controle se dá pelo eletroduto de força, que alimenta a casa de máquinas, e a conecta à sala de máquinas.



Figura 4 – Mapa do parque Fonte: Proprietário.

5. Visita de campo:

a. Materiais e métodos

O projeto foi planejado em duas etapas, o levantamento das instalações e confecção dos As built e a elaboração da proposta de automação. O levantamento foi realizado a partir de uma inspeção visual, orientada com instrumentos de sinalização.

A abordagem dos trabalhos se deu de forma quantitativa e absoluta, uma vez que todos os painéis escopo do serviço foram analisados no processo. Os levantamentos foram realizados painel a painel, e feitos através uma câmera de alta resolução listada, e auxiliada por instrumentos.

Os painéis já apresentavam uma identificação de contatos, todavia houve a necessidade de a equipe de campo também realizar a etiquetagem e identificação de alguns contatos, que foi executada durante a vistoria. Antes de iniciar o processo toda a força foi cortada dos painéis de comando e utilizou-se uma caneta de testes para se garantir a segurança.

Verificada a garantia de segurança, a equipe de campo iniciou a análise painel a painel, com o objetivo de identificar quais conexões precisariam de identificação. Feitas as devidas identificações, o próximo passo foi registrar os painéis através de câmeras convencionais e câmera scanner.

- Análise de risco

NR	Categoria	Orientações
I	Crítico	Deve-se fazer intervenções imediatas, risco iminente de acidente.
II	Grave	Situação há corrigir, adotar medidas de controle enquanto a condição permaneça
III	Moderada	Situação há melhorar. Planejamento deve programar planos de correção
IV	Baixo risco	Situação há melhorar. Se justifica medidas de melhoria apenas se já houver um planejamento para interferir nesta instalação ou equipamento
V	Sem risco	Não há necessidade de melhora, instalação adequada.

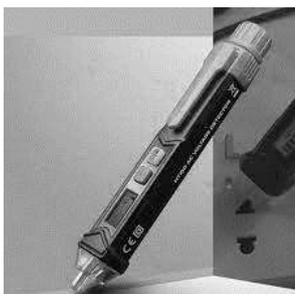
Tabela 5.a.1 – Categorias de risco. Fonte: S.R. Miguel, Alberto Sérgio, (2007)

NS		NP										
		[1;3]		[4;6]		[8;20]		[24;30]		[40;70]		
Pessoas	Material		Não é de esperar que o risco se materialize.		A materialização do risco pode ocorrer.		A materialização do risco é possível de ocorrer.		A materialização do risco pode ocorrer várias vezes durante o período de trabalho.		A materialização da situação perigosa ocorre com frequência.	
Não há danos pessoais.	Pequenas perdas materiais.	10	10	30	40	60	80	200	240	300	400	700
Pequenas lesões que não requerem hospitalização.	Reparação, sem paragem do trabalho.	25	25	75	100	150	200	500	600	750	1000	1750
Lesões com incapacidade de trabalho temporária.	Requer o encerramento do processo produtivo para reparação do equipamento.	60	60	180	240	360	480	1200	1440	1800	2400	4200
Lesões graves passíveis de ser irreparáveis.	Destruição parcial do equipamento (reparação complexa e onerosa).	90	90	270	360	540	720	1800	2160	2700	3600	6300
Incapacidade total ou permanente. Um ou mais mortos.	Destruição de um ou mais equipamentos (difícil reparação).	155	155	465	620	930	1240	3100	3720	4650	6200	10850

Tabela 5.a.2 – Cálculo de risco. Fonte: S.R. Miguel, Alberto Sérgio, (2007).

- Ferramentas utilizadas.

De forma a facilitar o entendimento cada elemento avaliado terá 3 a 7 parâmetros particulares, cada um deles será avaliado conforme o grau de risco que eles representam, seguindo a tabela abaixo:



Caneta de Testes.
 Tensão máxima AC: 720 V
 Tensão máxima DC: 1000V
 INMETRO: Não
 Corrente: 10 A

Figura 5.a.1 – Caneta teste Fonte: Smart Components



Multímetro.

Faixa de tensão AC: 0 até 720 V

Faixa de tensão DC: 0 até 1000V

INMETRO: Sim

Faixa de corrente: 0 até 200 A

Figura 5.a.2 – Multímetro Fonte: Minipa.



Câmera Scanner.

Alcance 100 m

Velocidade: 300.000 pontos/s

FOV: 360° x 270°

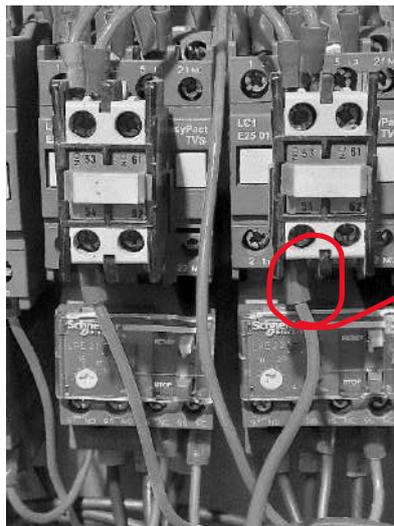
INMETRO: Não

Frequência: 100 Hz

Figura 5.a.3 – Camera Scanner Fonte: CPE.

b. Condições dos painéis da sala de máquinas

Os painéis de comando estão em operação, apesar de desalinhados esteticamente. Na maioria deles pode ser encontrado um led de indicação de funcionamento, botoeiras de acionamento e botoeiras de segurança. O destaque para o painel 4, neste caso os contatos são acionados diretamente na mesa, e uma das conexões de acionamento se apresentam soltas, requer reparo.



Conexão solta

FIGURA 5.b.1: autor.

As botoeiras de desligamento e ligamento, também foram removidas do painel. A proposta é de que sejam recolocadas na tampa, para seja possível a operação do equipamento, em loco. A equipe de campo

identificou que as botoeiras cogumelo, usadas para segurança estão diretamente ligadas ao circuito de comando, o que é uma prática correta.

Os painéis de modo geral apresentam uma cablagem desorganizada, porém são todos operantes. Todos eles possuem coolers para ventilação, todavia não foi observado alimentação ou termostato para o acionamento deles, sendo necessário reestabelecer a sua funcionalidade.

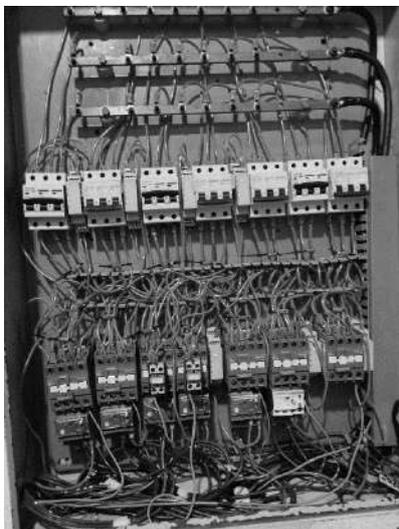


FIGURA 5.b.2: autor.

Itens	Status	Risco
Organização	Insuficiente	I
Integridade de componentes do barramento	Insuficiente	II
Operação da refrigeração	Não	III
Intertravamento dos comandos	Sim	-
Botoeira de segurança	Sim	-
Padrão de cores respeitado	Não	I
Dimensionamento de cabos adequados	Sim	-
Massas aterradas.	Não	II
Documentação presente	Não	IV

c. Conjunto de painéis na casa de máquinas de máquinas.

Os QCMs presentes nessa cabine de máquinas são muito mais modernos e apresentam um melhor estado de operação. Os cabos se encontram identificados por cores e por tags, além de estar organizados. Os painéis se encontram devidamente aterrados, e com as devidas proteções.

As partes vivas nos QCM são protegidas do contato direto, conforme a NBR5410. Nos painéis existe um botão de liga e outro de desliga, responsável pela operação do comando, no entanto não possui uma botoeira cogumelo de desligamento automático, para atender a NR12.

A partida dos motores é controlada por um soft-start, diferente do que acontece com os equipamentos na sala de máquinas, que partem de forma direta. Não é escopo desta análise resgatar o percentil de partida, configurado neste equipamento, visto que o desempenho dos motores não será alterado. O modelo do equipamento é o PSE30-600-70, da ABB.



FIGURA 5.c.1: Autor

Itens	Status	Risco
Organização	Sim	-
Integridade de componentes do barramento	Sim	-
Operação da refrigeração	Sim	-
Intertravamento dos comandos	Sim	-
Botoeira de segurança	Não	IV
Padrão de cores respeitado	Sim	-
Dimensionamento de cabos adequados	Sim	-
Massas aterradas.	Sim	-
Documentação presente	Não	IV

d. As builds

O levantamento gerou os diagramas representativos dos barramentos presentes na instalação. A maioria dos quadros de comando na sala de máquinas são acionados através de um conjunto relé térmico e contator de partida.

Cada um dos painéis analisados foi levantado e ganhou um as build específico. Os painéis existentes na casa de máquinas possuem a mesma configuração, portanto apenas um diagrama, foi elaborado para representá-los. O diagrama de blocos que indica a operação do soft-starter, modelo PSE30-600-70, da ABB está indicado na figura 5.d.1.

Pode-se observar que as botoeiras de desliga e liga ficam ligadas nos contatos 8 e 9 do equipamento, estas serão substituídas por contatores auxiliares, que serão manobrados concomitantemente entre o PLC e o conjunto de botoeiras que poderá ser acionado localmente.

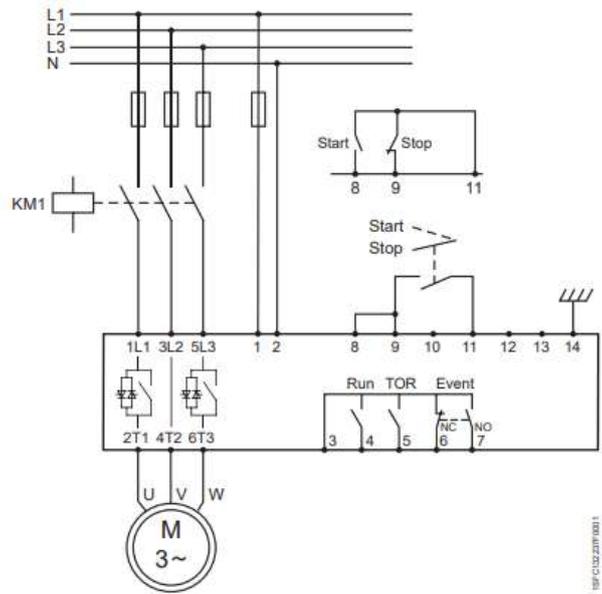


FIGURA 5.d.1: Diagrama de operação do Modelo PSE30-600-70. ABB.

O relé térmico utilizado é da Schneider modelo LR9D. As botoeiras de comando fecham contato entre os terminais 95 e 96, neste instante o conjunto de motores é acionado, conforme o observado abaixo. O comando do PLC será inserido entre os terminais 95 e 96, e terá a função de simplesmente ligar e desligar o conjunto, já o botão de emergência ficará em série com o comando, para garantir o desligamento do conjunto em caso de acidente.

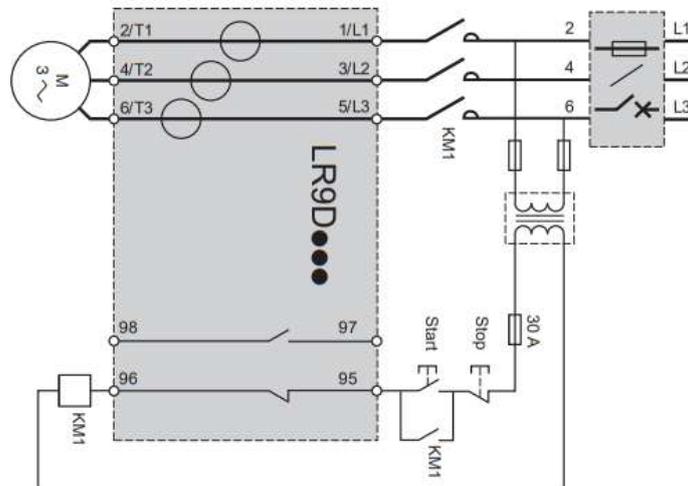


FIGURA 5.d.2: Diagrama de operação do Modelo LR9D. Schneider.

Os contatores utilizados nos quadros de comando foram dos mais diversos modelos, sendo que existe uma predominância do modelo LC1D0150 da Schneider, as suas conexões podem ser vistas na figura 5.d.3. Os diagramas foram concebidos em formato A3, e foram levantados em loco. Foram feitas as devidas referências às modificações que devem ser feitas, para o funcionamento do projeto.

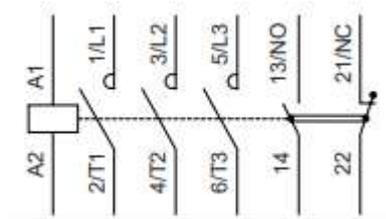


FIGURA 5.d.2: Diagrama de operação do Modelo LC1D0150. Scheneider.

- Os comandos existentes

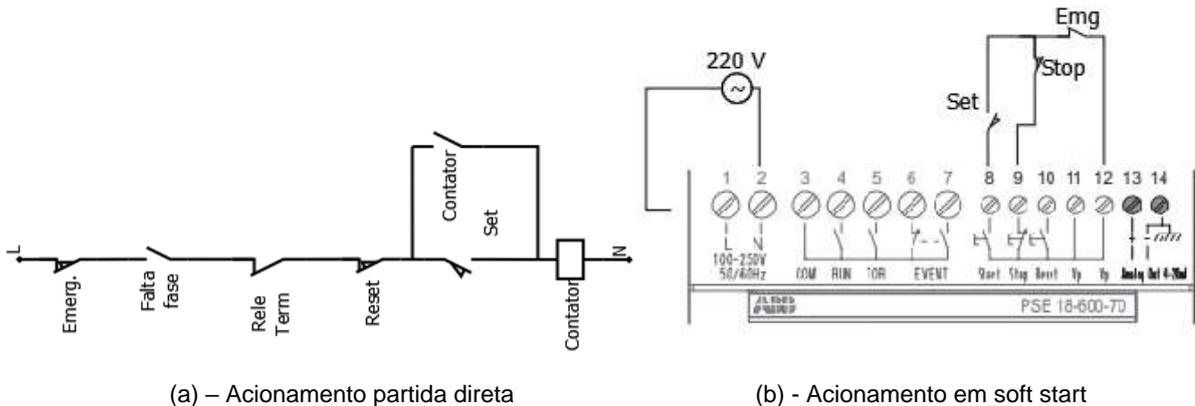


FIGURA 5.d.2: Levantado em solo. Autor

6. Proposta para automação de sistema

A proposta do projeto é modelar um sistema de controle e automação, que será operado por uma sala de controle. O sistema terá por finalidade observar algumas informações operativas e permitir a atuação do conjunto de bombas no parque.

A comunicação do sistema se dará majoritariamente através de fibra ótica. No salão de máquinas existirá um CPU capaz de concentrar as informações de todos os computadores lógicos programáveis e enviará para o centro de comando.

O projeto visa dimensionar todo o conjunto de equipamentos, as estruturas de conexão entre eles e as estruturas que protegem estes equipamentos. Todo o projeto utilizará nos equipamentos da schneider como referência, todavia as tecnologias e instrumentos utilizados existem em todos os fabricantes de PLC. Portanto a marca dos equipamentos poderá ser substituída a gosto da proprietária, desde que respeitada as configurações do projeto.

O projeto foi concebido para que seja executado em duas etapas: A primeira com a construção do centro de comando enquanto a segunda etapa, foi concebida para a parcela de telemetria, dos conjuntos comandados.

a. Equipamentos propostos para automação

A proposta é a utilização de PLCs para ativar o acionamento dos equipamentos e colher informações importantes acerca da operação do sistema. A marca escolhida para a elaboração deste projeto é a Schneider, devido ao custo-benefício e a predominância destes equipamentos na planta.

O dimensionamento dos sistemas de controle e automação para a sala de máquinas especificou o uso de dois CLPs Schneider, modelo Modicon M171/M172. Este possui duas portas de comunicação RS485. Este equipamento possui 12 saídas e entradas digitais, 12 entradas e 6 saídas analógicas.



FIGURA 6.a.1: Modelo TM172PBG42RI. Schneider..

▪ PLC M172

O PLC M172 por sua vez é do tipo transistor e só pode transmitir tensão AC ou DC de até 24 V. As suas 12 saídas digitais estão subdivididas em dois canais diferentes (CN4 e CN12), enquanto suas entradas analógicas estão entre o CN 6 ao CN9 somados ao CN14.

Principal		Número de porta	
Linha de produto	Modicon M171/M172	Número de entrada/saída	1 porta CAN - bloco terminal de parafusos 1 USB tipo A - USB tipo A fêmea 1 USB type mini B - Porta de dispositivo USB, Mini-B 2 RS485 - bloco terminal de parafusos (Ligação em série Modbus ou BACnet MS/TP) 1 Ethernet - RJ45 (Modbus TCP e BACnet IP com webserver)
Tipo de produto ou componente	Controladores programáveis	Lógica de entrada digital	coletor ou fonte (positivo/negativo)
Aplicação específica do produto	Controlo HVAC	Tensão de entrada digital	24 V CA/CC
Variante	Programável	Corrente de entrada digital	2.5 mA
Total inputs/outputs	42	Impedância de entrada	20 kOhm
Número de entrada digital	12	Tipo da entrada analógica	Impedância 0...1500 hOhm - resolução: 1 hOhm a 10 kOhm Impedância 0...300 daOhm - resolução: 1 daOhm a 2 kOhm NTC 103AT-2 Beta 3435 sonda de temperatura - 50...110 °C - resolução: 0,1 °C a 10 kOhm tensão 0...10 V - resolução: 1 dígito a > 10 kOhm NTC NK 103 Beta 3977 sonda de temperatura - 40...137 °C - resolução: 0,1 °C a 10 kOhm (alargado) corrente 0...20 mA/4...20 mA - resolução: 1 dígito a < 150 Ohm PTC sonda de temperatura - 55...150 °C - resolução: 0,1 °C a 2 kOhm tensão 0...0,5 V - resolução: 1 dígito a > 20 kOhm (absoluto ou ratiométrico) PT 1000 sonda de temperatura - 200...850 °C - resolução: 0,1 °C a 2 kOhm
Número de saída digital	2 para saídas de relé SPDT com 3 para saídas de relé SPST com o mesmo comum 5 para saídas de relé SPST com o mesmo comum 2 para saídas de relé SPST com		
Corrente de saída digital	12/31/1899 03:00:00 para relé SPDT 12/31/1899 03:00:00 para relé SPST		
Número de entrada analógica	12 configurável por par		
Numero de saídas analógicas	4 tensão, intervalo: 0...10 V 2 tensão/corrente, intervalo: 4...20 mA or 0...10 V or PWM (2 kHz)		

FIGURA 6.a.2: datasheet M171/M172. Schneider

As entradas digitais deste equipamento são passivas, ou seja, necessitam de uma fonte externa de tensão para funcionar, conforme explicado na Figura 6.a.3, vale ressaltar que as entradas COM são individualizadas. Vale ressaltar que o CN3 corresponde as entradas “rápidas digitais”, conseguem detectar variações de curta duração.

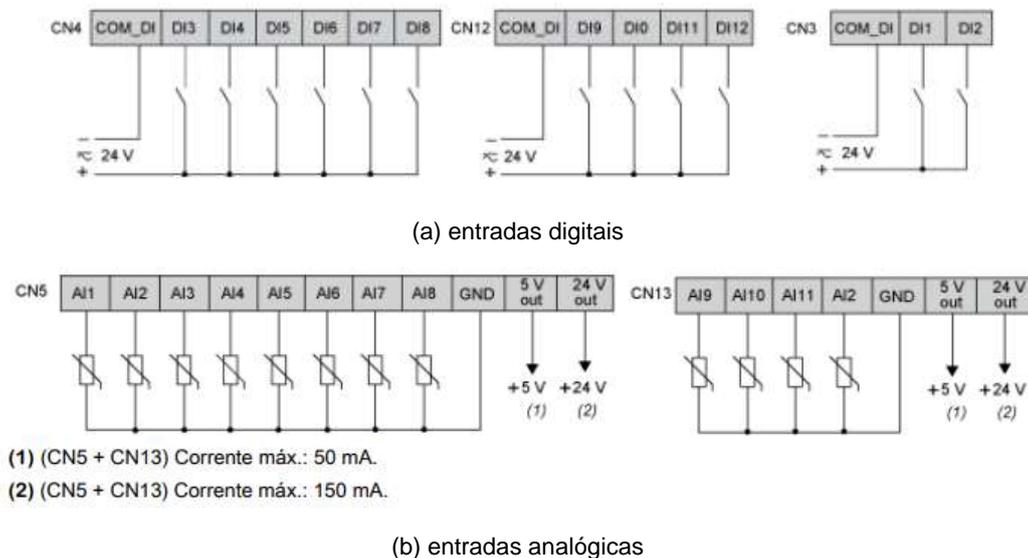


FIGURA 6.a.3: datasheet M171/M172. Schneider

Os canais 5 e 13 correspondem as entradas analógicas que operam em tensão de até 10 V contínua. Os transdutores são alimentados pelas entradas e aterradas no GND. É importante ressaltar que as entradas GND não são conectadas internamente. Existe ainda dois terminais como fonte de tensão DC, para tensões de 5 V e 24 V, capazes de transmitir 50 mA e 150 mA respectivamente.

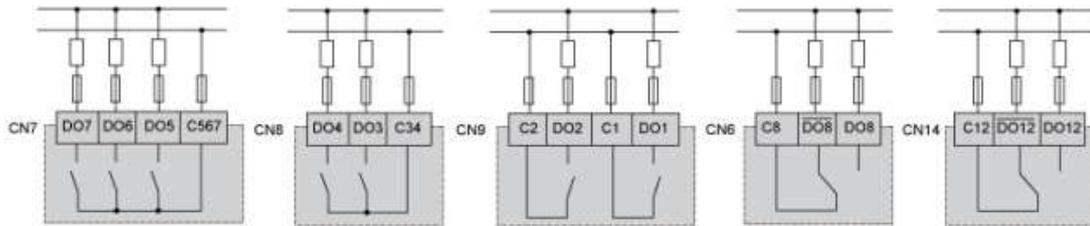


FIGURA 6.a.4: datasheet M171/M172. Scheneider

Os canais CN6 ao CN9 e CN14 corresponde as saídas digitais, que são capazes de fornecer tensão de até 24 V contínua ou alternada, além de ser normalmente abertos. As saídas analógicas injetam tensão 24 V contínua, os contatos AO3 e AO4 podem gerar uma onda senoidal através de tecnologia PWM com frequência de até 2k Hz.

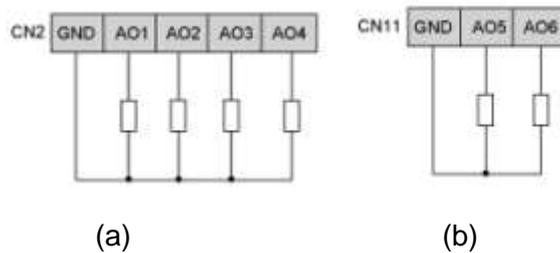


FIGURA 6.a.5: datasheet M171/M172. Scheneider

O equipamento possui duas entradas RS 485, uma reservada para blocos de expansão (CN19) e uma segunda para a conexão do equipamento com o sistema de automação. Também será instalado um bloco de expansão com mais 8 entradas analógicas, a Figura 6.a.9.b representa a conexão entre o PLC e as expansões.

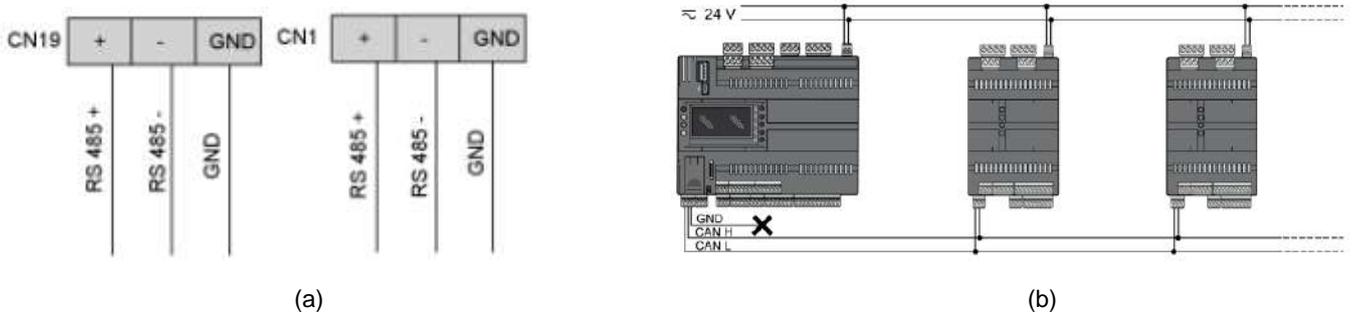


FIGURA 6.a.6: datasheet M171/M172. Scheneider

b. Topologia da rede

A proposta é que o sistema de controle e automação seja resumido conforme a figura 6.b.1. A comunicação na base da pirâmide ocorrerá ponto-a-ponto, através de cabeamento de cobre com os CLPs. No estágio intermediário da pirâmide os CLPs se comunicam entre si, através de protocolo RS 485, a proposta é que a transição entre o estágio intermediário e a ponta da pirâmide é feita através de fibra ótica.

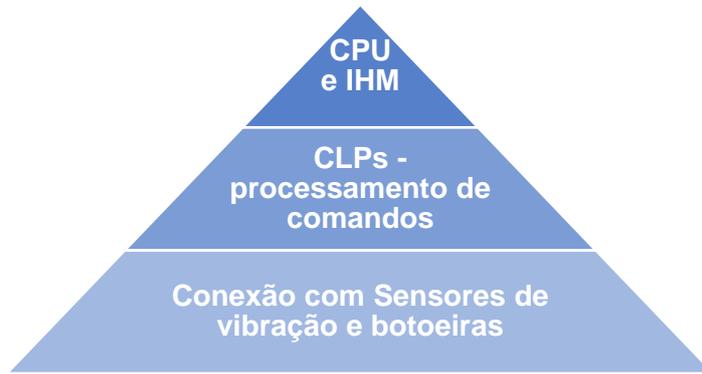
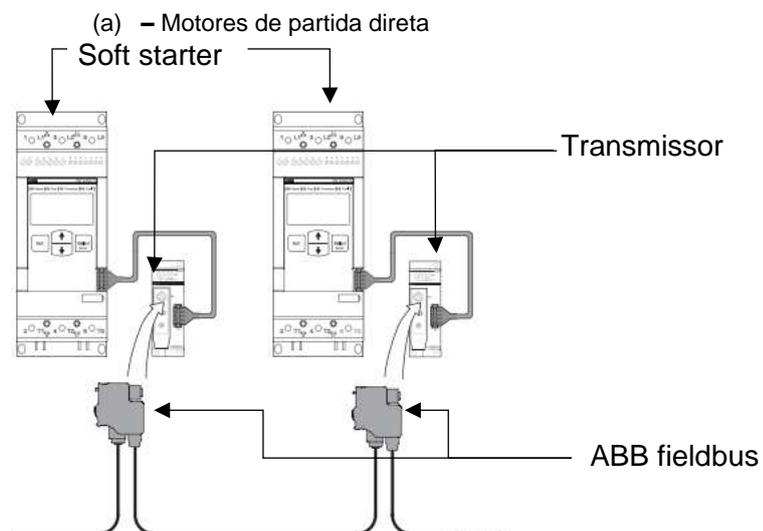
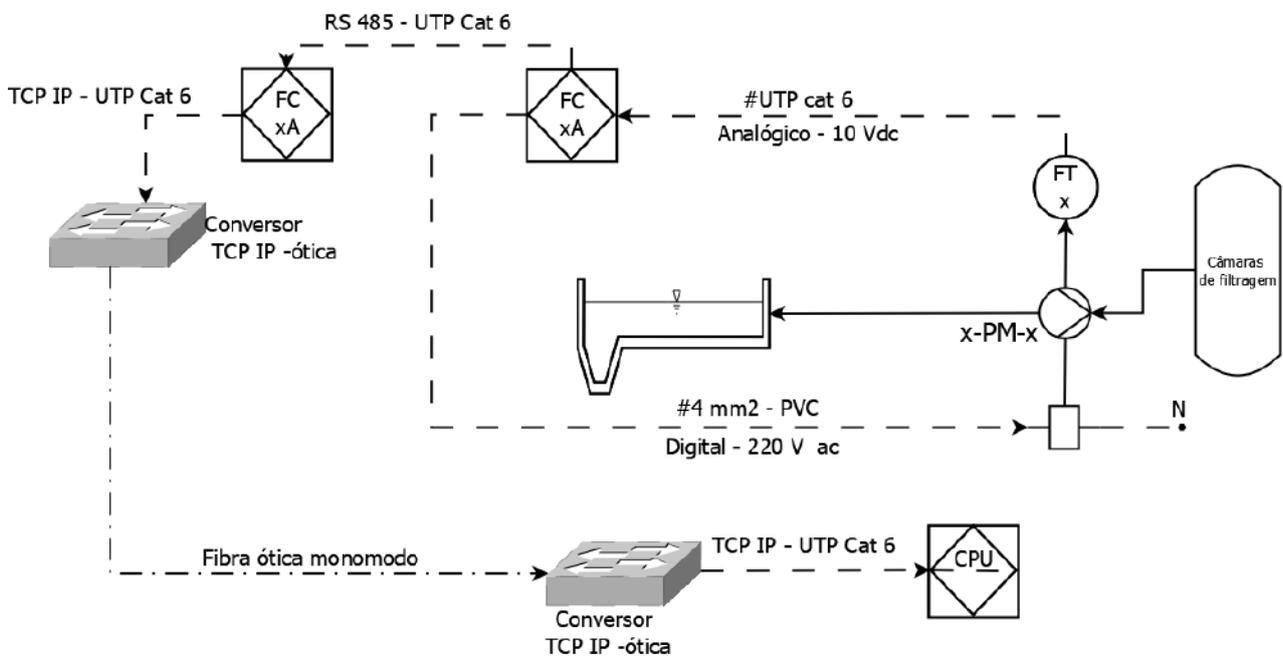


FIGURA 6.b.1: Pirâmide de automação proposta. Autor

O modelo proposto para o projeto, foi exemplificado na Figura 6.b.2. os caracteres “X” representam os caracteres numéricos, que representam a zona e a malha onde estes equipamentos foram colocados. É importante compreender que cada conjunto de motores é considerado uma malha específica e que as zonas, representam os locais em que estes equipamentos estão posicionados.



(b) – Motores partindo com soft Start

FIGURA 6.b.2: Topologia da rede. Autor

A supervisão dos conjuntos de motores se dará através de sensor de vibração, instalado na carcaça de um dos motores presentes na malha. A função deste sistema supervisorio é indicar se o conjunto supervisionado esta funcionando ou não, como forma de avaliar a operação do equipamento.

O conjunto de CLPs recebem as informações do chão de fábrica através de contatos seco e se comunicam entre si, através de protocolo RS 485, modbus RTU. Essa comunicação passa por um transdutor ótico e é encaminhada para a CPU que converte os dados recebidos para informações com interface IHM e processa os comandos que serão enviados para os dispositivos de campo.

A comunicação entre os soft starts se dará de forma diferente. Todos eles possuem uma porta Profbus para a operação externa, a proposta é utilizar esta comunicação para operar o conjunto motobomba, conforme a figura 6.b.2.b. A comunicação será convertida para sinal ótico, que por sua vez será recebida no CLP.

▪ Nomenclatura

	Sala de Controle (localização primária)		Localização Auxiliar		Campo
	Acessível ao operador (frente do painel)	Atrás do painel ou inacessível ao operador	Acessível ao operador (frente do painel)	Atrás do painel ou inacessível ao operador	Montado no campo
Instrumento dedicado, discreto					
Instrumento compartilhado					
Computador de processo					
Controlador Lógico Programável	 Interface CLP/ Supervisorio/CLP	 Interface Interna (lógica)	 Interface CLP/ Panel View/CLP		 Interface CLP/ Campo/CLP
Instrumentos compartilhando o mesmo invólucro. Não é mandatório mostrar uma caixa comum.					

Nomenclatura das zonas

- 1 – Sala de máquinas
- 2 – Casa de máquinas

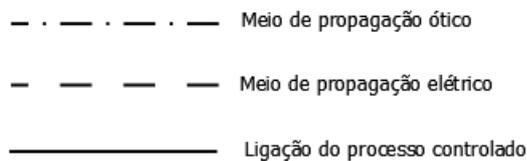
T	RC	- 2	A
Primeira Letra	Letras subsequentes	Número da Malha	Sufixo Opcional
Identificação funcional		Identificação da Malha	
Identificação do instrumento			

A 1ª letra representa a variável:

- **P** – Pressão
- **T** – Temperatura
- **F** – Vazão (Flow)
- **L** – Nível (Level)

Letras seguintes representam a função:

- **I** – Indicador
- **R** – Registador
- **C** – Controlador
- **T** – Transmissor
- **V** – Válvula
- **S** – Interruptor (switch)
- **A** - Alarme
 - **H** – Alto (High)
 - **L** – Baixo (Low)



▪ Implementação de comandos

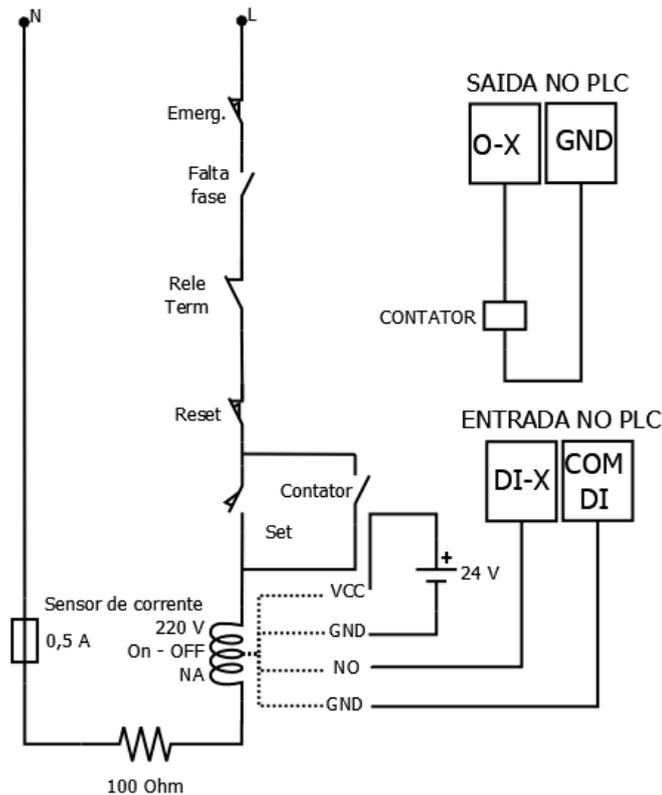


FIGURA 6.b.3: Comandos utilizados nas partidas diretas. Autor

Os comandos utilizados na casa de máquinas são majoritariamente compostos por partidas direta de grupamento de motores, este comando será preservado, para que a adaptação seja viável, foi especificado uma bobina detector de corrente, que muda de estado ao identificar a passagem de corrente elétrica no comando, as especificações do transdutor poderão ser vistas na tabela abaixo.

Corrente nominal	10 A AC
Tensão nominal	30V DC
Quantidade de terminais	4 terminais 2 terminais de fornecimento: Positivo + negativo 2 terminais de controle: Comum + sinal
Status operacional	NA

Tabela 6.b.1: Sensor de detecção de corrente NA

O acionamento do *soft start* será alterado para o uso de um botão de liga e desliga, e um botão de emergência. Além disso a sua saída analógica será aproveitada para avaliar o status operacional do conjunto de motores por ele aproveitado. Vale destacar que o PLC escolhido depende de uma fonte externa para operar.

c. Cablagem e protocolos de comunicação

- Entradas analógicas

Os Computadores lógicos programáveis irão se comunicar com os transdutores, que endereçarão o status do conjunto, através de contatos secos. As entradas analógicas irão operar por contato seco, e serão transmitidos por cabos blindados Cat 6, sem emendas. As entradas analógicas trabalham com tensões de até 10 V DC e uma limitação de 50 mA.

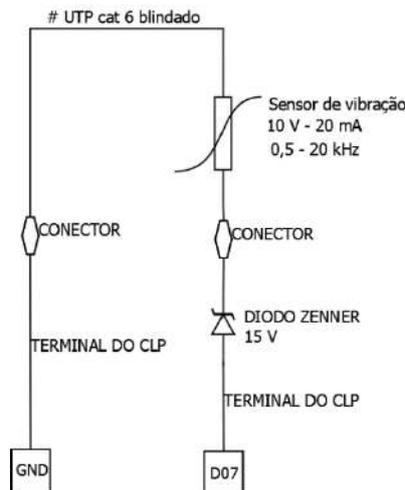


FIGURA 6.c.1: conexão com entradas analógicas. Autor

Os cabos de instrumentação deverão ser numerados e identificados em suas pontas. Nas pontas em que se conectam ao PLC a identificação deverá trazer o nome do transdutor o qual ele está conectado, na ponta conectada ao transdutor, deverá estar identificado o nome do PLC e a entrada do qual o cabo irá se conectar.

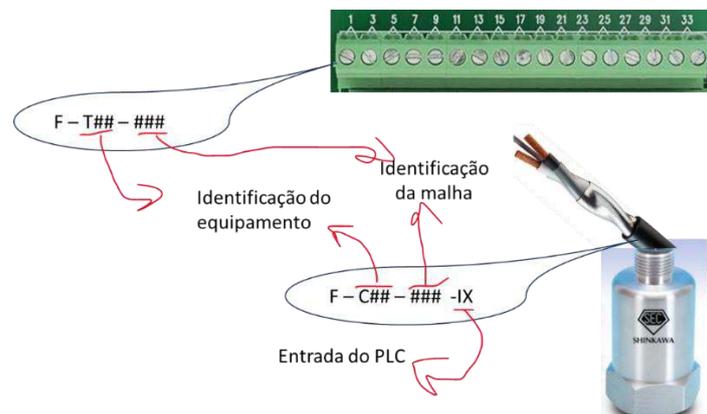


FIGURA 6.c.2: Nomenclatura. Autor

- Entradas e saídas digitais

As entradas digitais de ambos os PLC's serão interligadas as botoeiras através de cabo 4 mm² blindado, com alma conforme a figura abaixo. A proposta é que os cabos sejam bipolares, com alma metálica e aterrados.

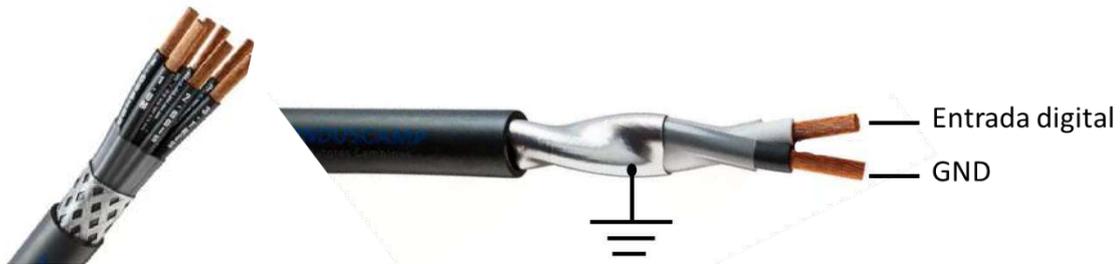


FIGURA 6.c.3: Cablagem e funcionamento e configuração das botoeiras. Autor

As saídas digitais irão se conectar também através cabos de comando blindados, de 4 mm² de espessura. Haverá diferenças entre o diagrama de comando na saída dos PLCs, em função do PLC utilizado e do equipamento a ser controlado. A proposta para os equipamentos abastecidos por inversor de frequência é o uso do circuito descrito pela figura 6.b.3.b.

Os cabos de controle deverão ser identificados, conforme a malha e o equipamento os quais pertencem. Nas pontas que se conectam ao PLC, deverá ser identificado a malha a qual a respectiva malha de atuação. Nas pontas em que se conectam às botoeiras de acionamento à identificação deverá referenciar os CLPs e a respectiva entrada onde este foi conectada

- RS 485

A comunicação entre os PLCs se dará entre RS 485, através de cabo blindado com alma aterrada, do tipo USP. Na sala de máquinas a proposta é que sejam instalados dois PLC's um na condição de slave e outro de master. Nas duas pontas do cabeamento de comunicação, será instalado uma impedância para o casamento de impedância.

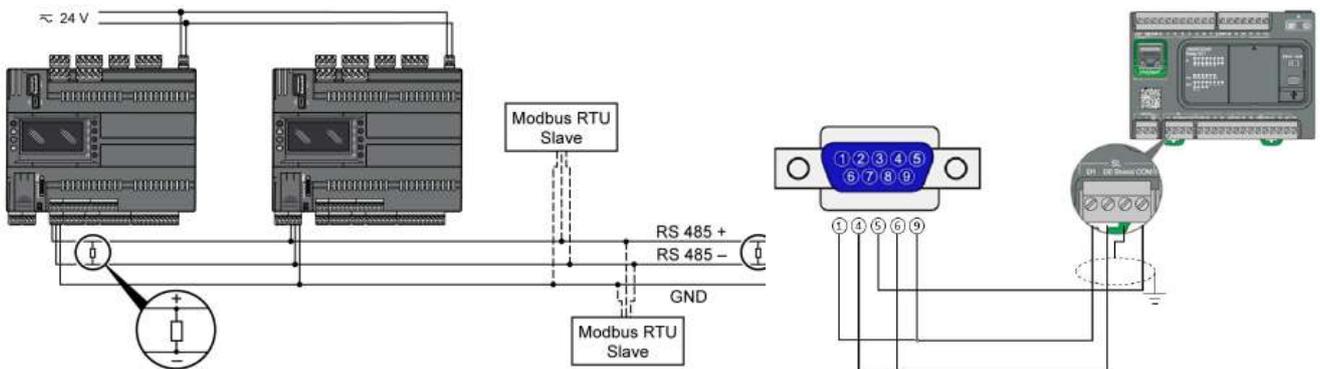


FIGURA 6.c.4: Protocolo RS 485. Autor

Na casa de máquinas haverá apenas um único equipamento de automação no recinto, todavia será necessário utilizar o RS 485 converter o sinal para ótico, para que este se conecte diretamente, ao conjunto de PLC's que estarão na sala de máquinas.

- Conexão entre conjunto de CLP e CPU

As conexões de longa distância serão realizadas através de fibra ótica multimodo. O protocolo utilizado para a especificação das conexões com fibra ótica se fará através de protocolo 10GBASE-LR 50 μm OM3,

comprimento de onda 850 nm. As conexões no protocolo RS 485 e TCP IP serão feitas através de cabos blindados com par trançados, padrão Cat 6, blindado.

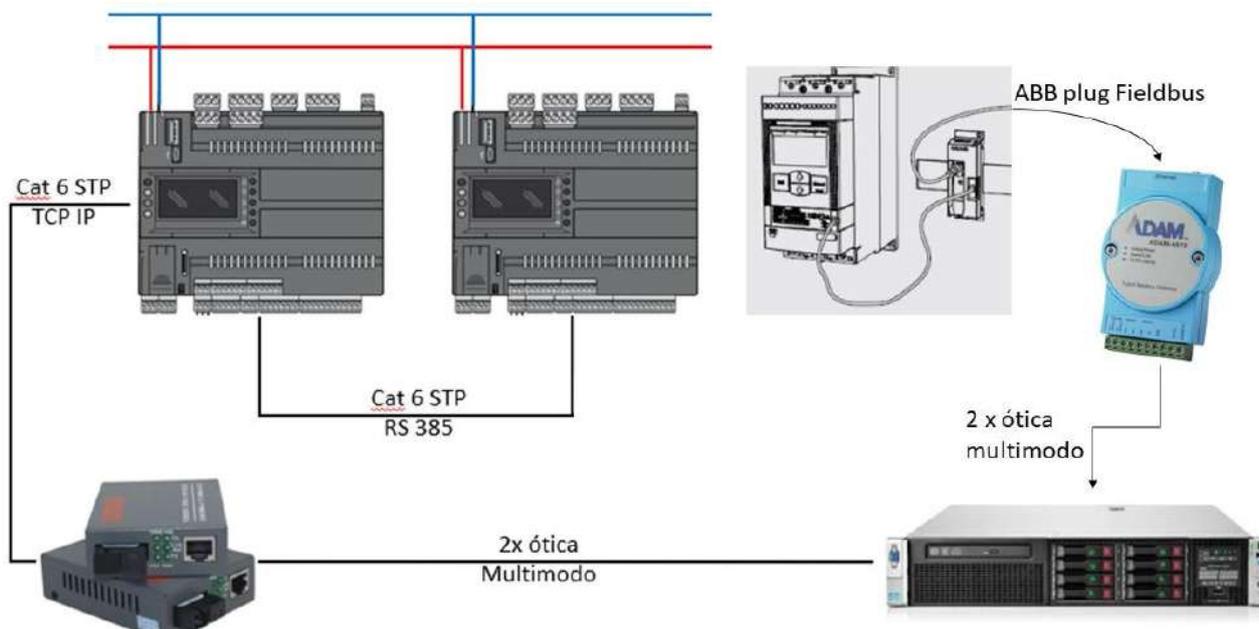


FIGURA 6.c.5: topologia de rede da instalação. Autor

Seguem as configurações dos cabeamentos:

Protocolo	Especificação de cabeamento	Aplicação
RS 485	Cat 6. Blindado. Conexão através de blocos de contato	Comunicação entre PLC
TCP IP	Cat 6. Blindado. Conexão através de RJ 45	Comunicação entre PLC's e receptor ótico
10GBASE-LR	Fibra multimodo 50 μ m OM3. Conexão através de solda	Conexão entre receptor ótico e CPU

Tabela 6.c.1: padrão do cabeamento.

- Transmissores de comunicação:

Parâmetro	ESPECIFICAÇÃO
Modelo	YN-4542
Protocolo porta 1	EIA/TIA RS-485
Protocolo porta 2	10GBASE-LR duplex
Fibra ótica aconselhada	50/125 μ m OM3
Alcance	20 km
Conexão no cobre	Contato seco
Alimentação	5V

(a) – Conversor ótico – RS 485

Parâmetro	ESPECIFICAÇÃO
Marca	ABB
Modelo	1SFC132068M0201
Protocolo de entrada	Profibus ABB
Protocolo de saída	Modbus RTU. RS485

(b) – Transmissor soft start

Parâmetro	ESPECIFICAÇÃO
Modelo	PCMCIA
Protocolo porta 1	TCP IP
Protocolo porta 2	10GBASE-LR duplex
Fibra ótica aconselhada	62,5/125 μm
Alcance	20 km
Conexão no cobre	RJ45
Alimentação	5V

(c) – Conversor ótico – TCP IP

Tabela 6.c.2: Transmissores.

d. Fornecimento de energia para sistema

O sistema de energia foi concebido com o objetivo de suprir os sistemas de automação por até 4 horas ininterruptas, em caso de corte de energia elétrica vindo da rua. O sistema será mantido por um N-break associado a uma bateria de lítio.

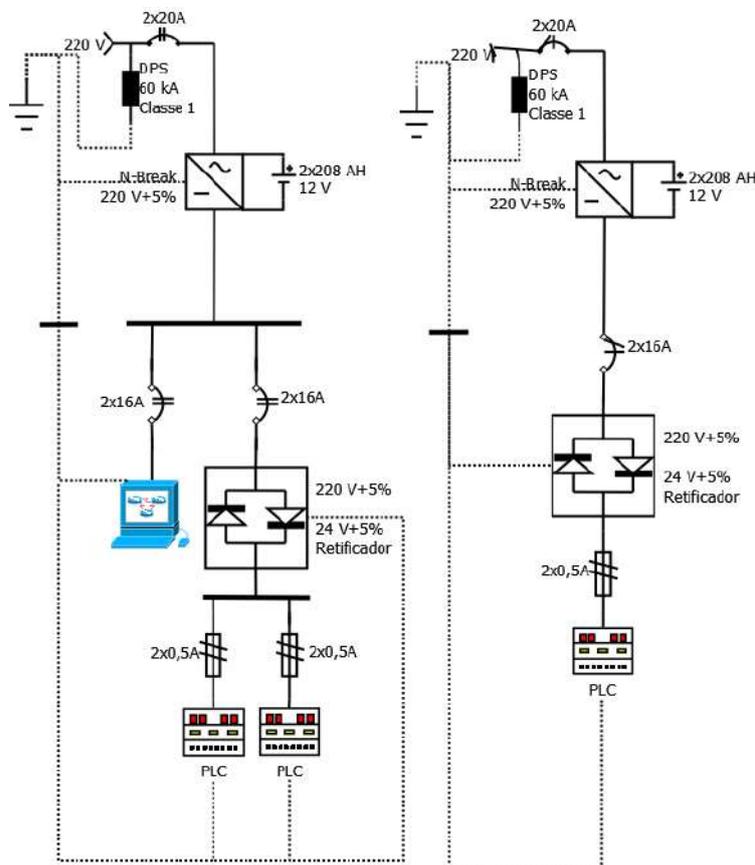


FIGURA 6.c.6: Circuito de alimentação. Autor

Parâmetro	ESPECIFICAÇÃO
Modelo	Station II 800 VA
Tensão de alimentação	220 V
Tensão de saída	115 V
Extensão para bateria	Sim
Tensão na bateria	12 V
Conexão no cobre	6 tomadas NBR 14136
Proteção integrada	Fusível
Quantidade	2

Tabela 6.c.3: N-break. Autor

Parâmetro	ESPECIFICAÇÃO
Modelo	Fonte chaveada
Tensão de alimentação	127 V
Tensão de saída	24 V
Extensão para bateria	Não
Conexão no cobre	6 tomadas NBR 14136
Proteção integrada	Não
Quantidade	2

Tabela 6.c.4: Fonte chaveada. Autor

Parâmetro	ESPECIFICAÇÃO
Modelo	Connect cell agm vrla
Tipo	Estacionária
Tecnologia	Gel
Tensão de alimentação	12 V
Carga	200 AH
Quantidade	2

Tabela 6.c.5: Bateria. Autor

e. CPU

Parâmetro	ESPECIFICAÇÃO
Gabinete	Modelo servidor
Tensão de alimentação	220 V
Fonte de tensão	600 VA – 115 V
Portas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2 Portas VGA ▪ 3 Portas USB
Conexão	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 3 TX óticas ▪ 3 RX óticas ▪ Padrão 10GBASE-LR OM3
Placa de vídeo	Não
Armazenamento	500 Gb
Velocidade de processamento	Quatro núcleos 2,4 Ghz
Memória RAM	4 Gb
Refrigeração	2 x Coolers 127 V
Quantidade	1

Tabela 6.c.6: CPU. Autor

f. IHM

Os operadores irão utilizar um monitor, teclado e mouse para operar a o sistema. A recomendação é para que seja desenhado um modelo em escala do parque, com as devidas localizações dos equipamentos, a serem ligados. A recomendação é de que se utilize 2 monitores de 29" entrada VGA. As variáveis de controle sugeridas estão dispostas abaixo:

Zona	Variável de controle	Set point	Grandeza analisada
01	Fluxo	Acionamento on - off	Velocidade de rotação
02	Fluxo	Acionamento on - off	Elétrica

Tabela 6.f.1: Variáveis de controle. Autor

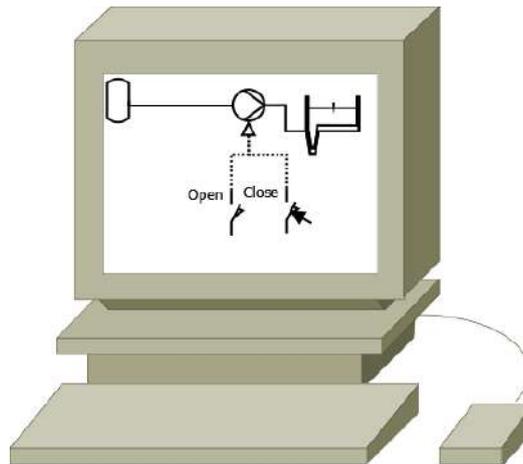


FIGURA 6.c.7: Exemplo de UHM. Autor

A proposta é de que serão usados dois Monitores de 29", full HD, com as configurações descritas abaixo:

Parâmetro	ESPECIFICAÇÃO
Tensão de alimentação	220 V
Resolução	HD
Saídas	▪ 1 Portas VGA
Frequência	48 hz
Quantidade	2

Tabela 6.f.2: Monitor. Autor

O sistema de automação será manipulado através de mouse e teclado e dependerá do uso de um sistema SCADA. O sistema SCADA terá por finalidade receber, tratar e gerenciar os dados enviados pelas camadas inferiores. Os dados serão tagueados levando em consideração a sua origem, e serão traduzidos através de informações visualmente simples de se decifrar. As ordens de serviço serão recebidas pelo sistema Scada e devidamente endereçadas.

g. Instrumentação

- Variável fluxo. Grandeza rotações por minuto.

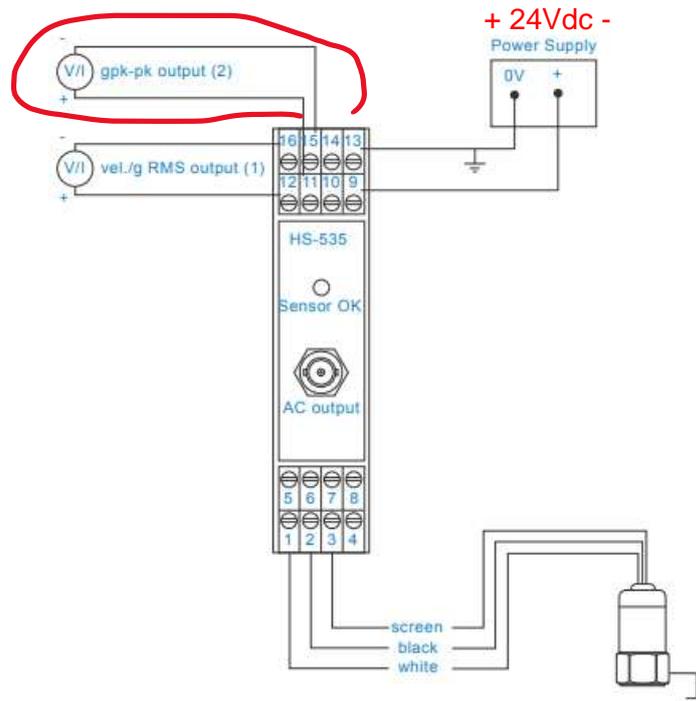


FIGURA 6.g.1- Sensor e transdutor de fluxo. Autor

Parâmetro	ESPECIFICAÇÃO
Tensão de alimentação	24 V
Marca	Hasford Sensor
Família	HS-535
Modelo	HS-535-A1V2B2B2
Tensão de saída	10 V
Encapsulamento do sensor	IP 56 Conexão rosca HS 100I
Variável analisada	Pico de rotações

Tabela 6.g.1: Transdutor de fluxo. Autor

h. Sistema de telemetria

O sistema de tele medição deverá operar de forma autônoma ao sistema de automação, podendo ser instalado posteriormente. A proposta é que seja instalada 12 medições em paralelo aos disjuntores de proteção, a caixa de disjuntores ali existente será substituída por uma caixa modular capaz de receber proteção e medição, conforme descrito na figura 6.c.9.

O sistema de telemetria utilizará medidores convencionais com saída de pulsos, uma vez que devido ao alto número de medidores o uso de equipamentos mais avançados, poderia acarretar um alto custo ao adquirir este sistema. As especificações dos medidores podem ser vistas na tabela abaixo. A figura 6.c.10 demonstra o protocolo de comunicação seguido por uma saída de pulsos padrão.

Os medidores operam baseados no protocolo PIMA, uma saída de pulsos simples com uma taxa de 2.400 bps. O comunicador foi representado na figura 6.h.2 opera como um trem de pulsos, que só pode operar a curtas distancias, portanto faz-se necessário instalar um transmissor, para que este transmita o sinal no protocolo utilizado pelo projeto, que no caso é o modbus RTU.



FIGURA 6.h.1- Proposta para abrigar caixa de medição e disjuntor. Autor

Parâmetro	ESPECIFICAÇÃO
Tensão de alimentação	380 V
Marca	Eletra solutions
Família	CRONOS
Modelo	CRONOS 7023L
Comunicação	Saída de pulsos
Certificação	<ul style="list-style-type: none"> • ABNT NBR 14519 • ABNT NBR 14520 • INMETRO RTM 586 • INMETRO RTM 587
Variável analisada	<ul style="list-style-type: none"> • Energia ativa • Energia reativa • Tensão • Corrente
Protocolo	PIMA

Tabela 6.h.1: Especificações do medidor de energia. Autor

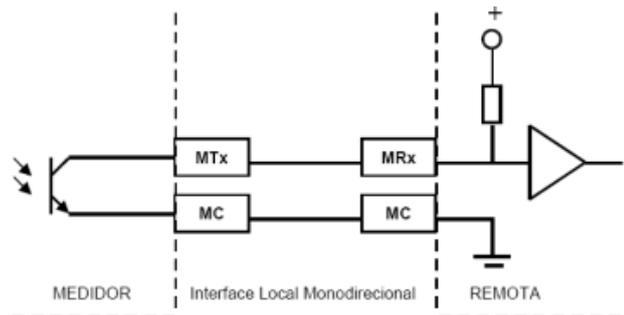
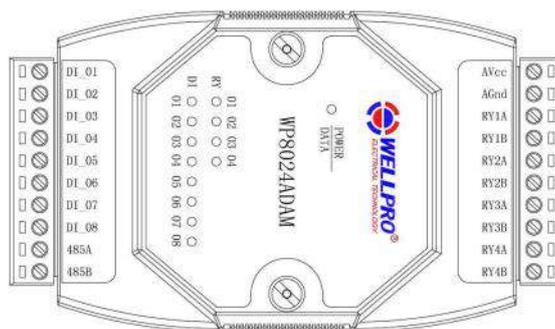


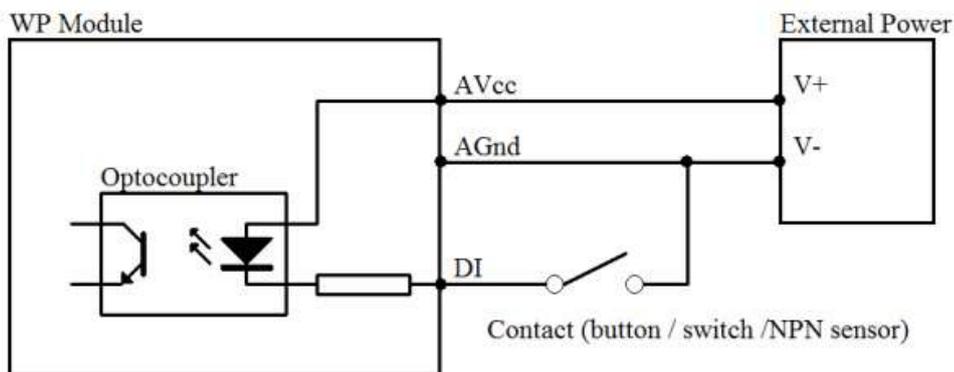
FIGURA 6.h.2: O Circuito de comunicação. Eletra Solutions

O transmissor escolhido para realizar a conversão do sinal emitido pelos medidores é o WP8024ADAM. Este equipamento pode ser energizado a até 30 V e possui 8 entradas digitais além de 4 saídas relé. Portanto serão necessários dois exemplares deste equipamento, para se transmitir as informações de todos os medidores de energia, através da rede Modbus RTU.

Será também utilizado outro conversor, especificado na tabela 6.c.2.a, com saída em fibra óptica.



(a) – Modelo



(b) – Esquema da saída

Parâmetro	ESPECIFICAÇÃO
Tensão de alimentação	220 V AC – até 30 Vdc
Marca	Wellpro
Modelo	WP8024ADAM
Comunicação	RS 485
Entradas	8 entradas de tensão 9 até 30 V
Saídas	4 saídas Relé
Protocolo	<ul style="list-style-type: none"> • PIMA • RS 485

(c) – Ficha técnica

FIGURA 6.h.3: Módulo de comunicação WP8024ADAM. Wellpro.

7. Conclusão

a. Estado atual

A instalação foi encontrada apresenta em média boas condições apesar de envelhecida. Alguns reparos precisam ser realizados, todavia não existe ameaça grave ao funcionamento do edifício. Os painéis da sala de máquinas são os pontos onde mais se necessitam de reformulações.

A recomendação é de que no período de execução das atividades de adequação, seja substituídos todas as botoeiras de comando, e a remoção dos retornos para sala técnica, tendo em vista que o sistema se modificará significativamente.

Os equipamentos na casa de máquinas, que fica próxima ao toboágua, aparentam ser mais novos, e seus motores são controlados através de soft-start. Esta condição permite o uso de artifícios mais econômicos para integrar os equipamentos na malha de automação.

O controle dos equipamentos se dá atualmente através de uma mesa de comandos, onde os contatos secos são manobrados, diretamente no circuito de comandos. A mesa, todavia, já apresenta avarias, com alguns de seus comandos não mais funcionando. Os equipamentos mais novos não são suportados pelo atual centro de comando, e precisam ser operados, enloco através de comando de acionamento.

Não existe sistema de feedback operativo, não existe quaisquer sistemas de controle, para avaliar o desempenho do processo. Todos os comandos existentes são do tipo on-off. Além disso não foram encontradas em loco, quaisquer documentações que ilustrem a operatividade dos comandos.

b. Proposta

O objetivo do projeto é conceder operatividade e capacidade de supervisão da instalação. A proposta consiste em utilizar as potencialidades existentes dentro da planta para minimizar os custos necessários para a realização do projeto.

Obedecendo a premissa básica foi especificado que nos painéis onde já existe controle via PLC, será aproveitada a entrada de comunicação para construir uma malha de controle e protocolo modbus RTU. Nos conjuntos de barramento em que a partida ocorra de forma direta, a proposta é de que os controles atuais sejam mantidos, todavia o comando da bobina passaria a energizar de forma indireta as entradas digitais do PLC.

O enlace da sala de máquinas e casa de máquinas até o CPU se dará através de fibra ótica, como forma de evitar fenômenos eletromagnéticos. Foi previsto que o CPU também possua capacidade de armazenamento local. O sistema de automação planejado neste projeto não irá permitir interface entre rede ethernet externa, sendo um sistema fechado.

ANEXO I – Protocolo de comunicação PRIMA

* Protocolo utilizado na comunicação de na transmissão de informação dos medidores de energia para o sistema supervisorio

2 Bytes	5 Bytes	1 Byte	2 Bytes	N Bytes	2 Bytes
Preâmbulo	Identificador	Tamanho	Escope + Índice	Dados	CRC16

- Preâmbulo marca o início do pacote e é composto por 2 bytes hexadecimais 0xAA 0x55
- Identificador é o número de série e é formatado como 5 bytes BCD (representando um número de 10 dígitos)
- Tamanho é a soma de bytes no Escope, Index e DATA (2 + N bytes)
- Dados é o valor para quantitie representado por Index
- CRC16 é o ANSI-CRC16 calculado sobre todos os bytes, exceto Preâmbulo e CRC em si

Somente no Escope e no Index são permitidos por pacote.

Escopes e Índices [↗](#)

Até agora, as seguintes quantidades são conhecidas pela biblioteca:

- Energia Ativa Direta (KWh) - Escope 0x0A Index 0x02
- Energia Reativa Indutiva Direta (KVARh) - Escope 0x0A Index 0x07
- Energia Reativa Capacitiva Direta (KVARh) - Escope 0x0A Index 0x0C
- Energia Ativa Reversa (KWh) - Escope 0x0A Index 0x51

Isolação

Tensão de Saída

Baudrate

Intervalo de envio

Quadros

Opto-acoplada

Coletor Aberto (máximo 30 Vdc)

2400bps

Configurável, padrão: 5 segundos

0A 02 – Totalizador de energia ativa direta

0A 51 – Totalizador de energia ativa reversa

0A 07 – Totalizador de energia reativa indutiva direta

0A 56 – Totalizador de energia reativa indutiva reversa

0A 0C – Totalizador de energia reativa capacitiva direta

0A 5B – Totalizador de energia reativa capacitiva reversa

0B 01 – Tensão na Fase A

0B 02 – Tensão na Fase B

0B 03 – Tensão na Fase C

0B 06 – Corrente na Fase A

0B 07 – Corrente na Fase B

0B 08 – Corrente na Fase C

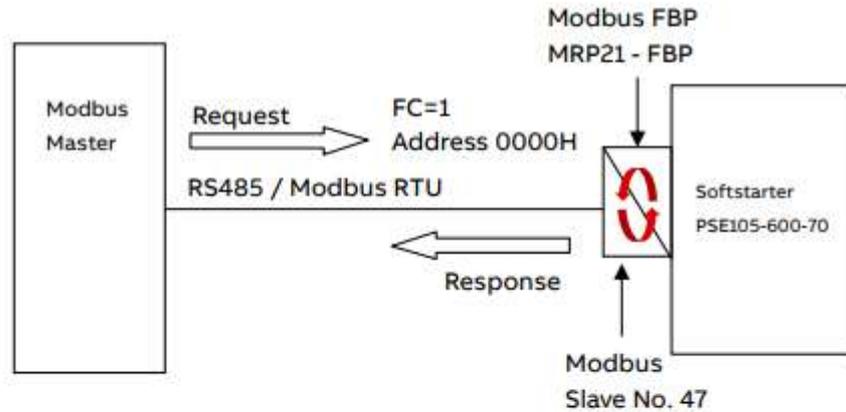
0C 00 – Indicação de alarmes

05 06 – Versão de firmware

05 0B – Número serial

Anexo II – Protocolo de comunicação ProfBus ABB

a) Read digital input



E.g: read 16 bits, starting at address 000H

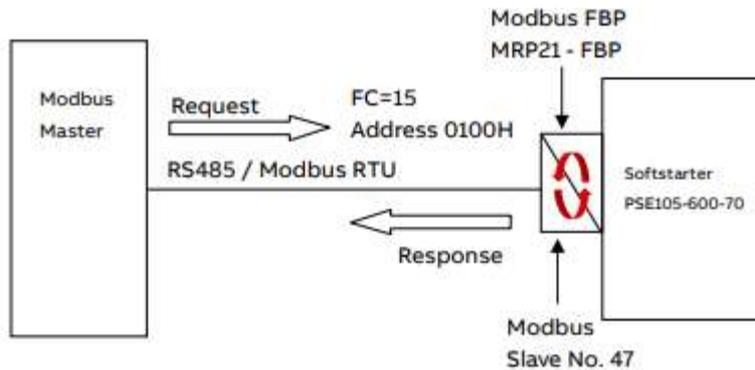
Request:

2F	01	00	00	00	10	3B	88
Slave 47	FC1	Address		16bit		CRC	

Response:

2F	01	02	00	00	51	FA
Slave 47	FC1	Bytes	Byte 0	Byte 1	CRC	

b) Write digital output



E.g: write 32 bits, starting at address 0100

Request:

2F	0F	01	00	00	20	04	00	00	00	00	56	30
Slave 47	FC15	Address 32 bits		Address 32 bits		4 Bytes	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	CRC	

Response:

2F	0F	01	00	00	20	53	A1
Slave 47	FC15	Address 32 bits		Address 32 bits		CRC	

E.g: read 4 diagnostic words, starting at address 0200H

Request:

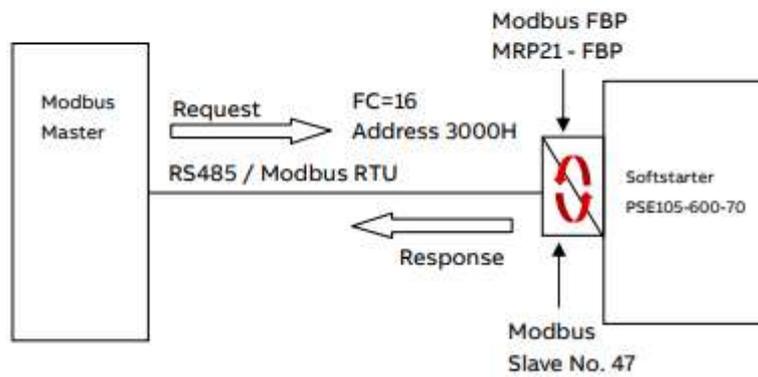
2F	03	20	00	00	04	49	87
Slave 47	FC 3	Address 4 words		Address 4 words		CRC	

Response:

2F	03	08	00	00	00	00	00	00	00	0A	FF
Slave 47	FC 3	8 Bytes	W0	W1	W2	W3	CRC				

e) Write parameter data

Note that only parameters with Type Write are transferred with this telegram.



Request:

2F	10	30	00	00	16	2C	00	00	00	00	21	4B
Slave 47	FC 16	Address 22 words		Address 22 words		44 Bytes	W0	...				W21	CRC	

- W0: Setting le
- ::
- W13: EOL Class
- ::
- W21: BadNet Op

Response:

2F	10	30	00	00	16	48	89
Slave 47	FC 16	Address 22 words		Address 22 words		CRC	