



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECATRÔNICA

RELATÓRIO FINAL – ESTÁGIO CURRICULAR

Kassio Janielson da Silva Eugenio
NATAL, 04 de Agosto de 2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECATRÔNICA

RELATÓRIO FINAL – ESTÁGIO CURRICULAR

Relatório que descreve as atividades desenvolvidas no LAMP, referente ao estágio obrigatório do curso de Engenharia Mecatrônica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, sob orientação do Professor **Andrés Ortiz Salaza**

Sumário

1. Resumo	05
2. Projeto Realizado	03
2.1. Descrição do projeto	07
2.2. Especificações Técnicas	08
2.2.1. WEG TPW-03	08
2.2.2. NOVUS N2000	09
2.2.3. Inversor CWF-09	10
2.3. Comunicação, configuração e instalação física dos CLPs e Inversor ...	11
2.3.1. Protocolo <i>Modbus</i>	12
2.3.2. Configuração dos parâmetros de comunicação do TPW 03 ...	12
2.3.3. Configuração dos parâmetros de comunicação da Novus	14
2.3.4. Configuração dos parâmetros de comunicação do CWF-09 ...	15
2.3.5. Configuração das <i>tags</i> para a comunicação	15
2.3.6. Ligação física dos componentes na rede <i>Modbus</i>	17
3. Supervisório	18
4. Programação (Scripts)	20
5. Testes realizados	21
6. Conclusão	21
7. Referências	22

Índice de Figuras

Figura 1 - Sistema de Monitoramento de Injeção.....	06
Figura 2 – Esquemático da planta do sistema.....	06
Figura 3 – Esquemático da comunicação dos dispositivos.....	08
Figura 4: Modelo do padrão RS-485.....	12
Figura 5: Comunicação do PCLINK com o TPW-03.....	13
Figura 6: Link do computador com o CLP TPW-03.....	13
Figura 7: Configuração da Comunicação da porta do PC D8321 e D8320.....	14
Figura 8: Configurações dos parâmetros da NOVUS N2000.....	15
Figura 9: Configuração do endereço do inversor.....	15
Figura 10 – Ícone do <i>Organize</i>	15
Figura 11 – <i>Tags</i> dos CLPs e Inversor.....	15
Figura 12 – Indicação das variáveis.....	16
Figura 13 – <i>Tags</i> utilizadas no supervisório.....	16
Figura 14: Painel de instalação/conexões da NOVUS.....	17
Figura 15: Porta RS-485 do inversor CWF09.....	17
Figura 16: Porta de comunicação RS-485.....	18
Figura 17: Conexão física dos dispositivos na rede modbus.....	18
Figura 18 – a) Monitorador de Injeção; b) Sistema de Aquecimento; c) Sistema de Medição.....	19
Figura 19 – Animação de nível do tanque.....	20
Figura 20 – Animação das resistências do aquecedor.....	20

1. Resumo

Este relatório tem como objetivo de mostrar as atividades realizadas durante o período de estágio obrigatório no Laboratório de Avaliação de Medição em Petróleo - LAMP, onde vários projetos são desenvolvidos nas áreas de automação, eletrônica e instrumentação. Um dos projetos tem como base desenvolver técnicas de medição de vazão a partir da análise de temperatura coletados em poços de petróleo que implanta o método de recuperação através da injeção de água em multi zonas.

Esse projeto dispõe de conhecimento dos conceitos de controle e automação, utilizando controladores lógicos programáveis (CLP) e instrumentos eletrônicos, como também a utilização de um software, Elipse SCADA, para a criação de um supervisório para monitorar e controlar todo o sistema através de um terminal computacional.

Portanto, este trabalho tem como mostrar os métodos utilizados para a comunicação de um sistema supervisório, usando CLPs e instrumentos eletrônicos, para ajudar no monitoramento do sistema de aquecimento e de injeção de água.

2. Projeto realizado

Durante o período de estágio, foi dada continuação ao projeto da criação e comunicação de um supervisório. O projeto consiste em monitorar o comportamento de um fluido, nesse caso a água, ao se deslocar por tubos em um percurso. A motivação dessa experiência se baseia na teoria de que é possível calcular a vazão de cada tubo que sai de um tanque com base na variação de temperatura.

Foi utilizado o sistema de tanques que se encontra no LAMP como sendo à base dos testes. Ele consiste essencialmente em dois tanques principais, um sistema aquecedor, três bombas, cinco válvulas e dezoito medidores de temperatura (Figura 1).



Figura 1 - Sistema de Monitoramento de Injeção.

Portanto, foi realizada uma comunicação do supervisório com o sistema. Para melhor visualização do projeto, o sistema é dividido em dois circuitos, um encarregado do aquecimento da água e outro para a simulação de zonas (Figura 2).

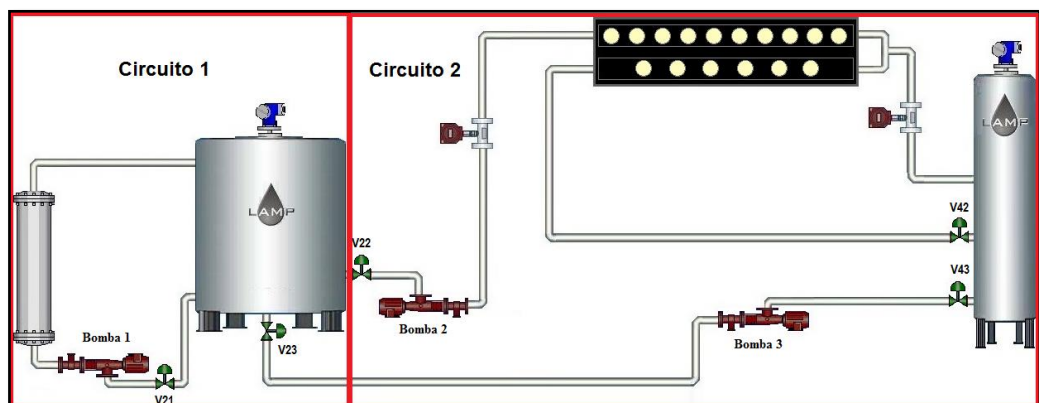


Figura 2 – Esquemático da planta do sistema.

2.1. Descrição do projeto

Inicialmente foi realizado uma pesquisa acerca de controladores lógicos programáveis e sistemas supervisórios. Um CLP é um equipamento eletrônico composto com hardware e software utilizado em sistemas industriais capaz de manipular instrumentos eletrônicos. Esse tipo de controlador é bastante utilizado na indústria para controlar diversos tipos de sistemas, atendendo a requisitos de hardware e software, sendo eficientes em ambientes industriais. Possuem sistemas operacionais de tempo real e hardware capaz de suportar possíveis variações de pressão, temperatura e umidade. Algumas variações desse dispositivo possui uma arquitetura compacta, o que facilita o deslocamento e instalação do controlador. Outra vantagem é a sua capacidade de comunicação com outros elementos da malha industrial e de sistemas supervisórios.

Existem diversos tipos de CLPs que variam de acordo com cada fabricante. No projeto atual, é utilizado um Controlador Programável da WEG modelo TPW-03 60HT-A e um Controlador Universal de Processos da NOVUS modelo N2000. O controlador da WEG foi utilizado pelo fato de possuir entradas e saídas digitais e módulos de expansão, dentre eles o modelo 8AD, o qual fornece entradas analógicas, que possibilitam a leitura dos sensores que atuarão no projeto.

Também é utilizado um inversor de frequência da WEG modelo CFW-09 um equipamento eletrônico capaz de variar a velocidade de giro de motores elétricos trifásicos. Desta forma podemos facilmente alterar a velocidade de rotação do motor das bombas, aumentando a vazão de saída ou entrada das tubulações, de modo muito eficiente.

No supervisório foi utilizado o software Elipse SCADA¹ (Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados), um software bastante eficiente utilizado amplamente na indústria. Esse sistema é focado no nível de supervisão de processos, sendo puramente softwares posicionados acima dos hardwares da interface industrial que podem se comunicar com CLPs ou outros hardwares para melhor visualização e manipulação da malha industrial a ser controlada.

Portanto o trabalho foi testado utilizando dois sensores de temperatura conectados no CLP da N2000 e no CLP da WEG, válvulas e bombas conectados no CLP da WEG, como mostra o esquemático abaixo (Figura 3).

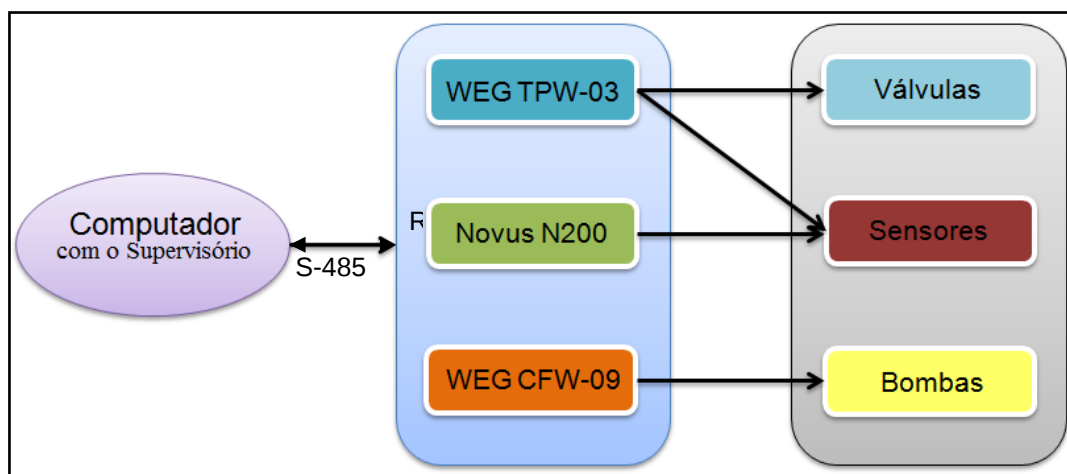


Figura 3 – Esquemático da comunicação dos dispositivos.

2.2. Especificações Técnicas

Para a realização do trabalho, se faz necessário conhecer as principais informações e funções que podem ser utilizadas pelos dispositivos através das suas especificações técnicas, visando aumentar a familiaridade e o conhecimento com os equipamentos utilizados no projeto.

A seguir temos algumas informações técnicas dos CLPs e inversor podendo auxiliar nas conexões com os dispositivos externos e ajudar na comunicação com o supervisório. Outras informações, com relação a comunicação com o supervisório, serão comentadas mais adiante nas configurações de parâmetros no Elipse SCADA.

2.2.1. WEG TPW-03

O TPW-03 é um CLP desenvolvido pela WEG que possui as seguintes características, descritas no manual de instalação do produto disponibilizado pelo próprio fabricante².

- Capacidade de expansão flexível:

Unidades básicas: 14/20/30/40/60 pontos digitais, pode expandir no máximo até 124 pontos digitais e 8/2 (12 bits) entrada/saída analógica;

- Três portas de comunicação e três funções de comunicação são disponíveis no modelo avançado;
- Conexão de Dados:

O TPW-03 Mestre pode comunicar com até 15 TPW-03 Escravos. Cada CLP tem disponível para troca de dados 64 Bits e oito palavras (Word);

- E/S Remota:

O TPW-03 mestre pode controlar as entradas e saídas de outros quatro TPW-03 escravos;

- Compatível com *Modbus*:

O protocolo *Modbus* está desenvolvido no TPW-03. Ideal para comunicação com inversores e IHMs (Interface Homem-Máquina);

- Módulos de expansão do TP02 são compatíveis com o TPW-03;
- O TPW-03 pode ser programado nas linguagens *Ladder* e Lista de Instruções;
- O Firmware pode ser atualizado diretamente via PC;
- O TPW-03 60HT-A possui uma alimentação AC 100 - 240 V, com saídas do tipo transistor e 60 pontos. Além disso, foi utilizado módulo de expansão analógica modelo 8AD, que dispõe de oito entradas, o que permite conectar sensores;
- A comunicação através de um supervisório é feita usando o tipo *Word de leitura (Read)* tamanho três e escrita (*Write*) tamanho dezesseis; e leitura tamanho um e escrita tamanho 15 para tipo Bit.

2.2.2. NOVUS N2000

O Controlador Universal da NOVUS modelo N2000 possui os seguintes detalhes técnicos³:

- Saídas: relé 3A / 250Vca, linear 4-20 mA e pulso lógico para relés de estado solido;
- Alarmes: 4 relés na versão básica;
- Até dois alarmes temporizados de 0 a 6500s;
- Resolução na medida: 12000 níveis;
- Indicação de casas decimais nas medições de temperatura;
- Proteção da configuração por senha de acesso;
- Interface USB 2.0, classe CDC, protocolo *Modbus RTU*;
- Fonte 24 VCC para excitar transmissores;
- Alimentação: -100 a 240 Vca/cc - 12 a 24 Vcc / 24 Vca;
- Retransmissão da PV (Variável de Processo) ou SP (*Setpoint*) em 0 a 20 mA ou 4 a 20 mA;
- Função Automático/Manual "*bumpless*";
- Entrada de SP remote;

- Função LBD (*Loop Break Detection*);
- Entrada Digital;
- Entradas analógicas, que permitem leitura de sensores;
- Função saída segura;
- *Soft-start* programável (0 a 9999 seg.).
- A comunicação através de um supervisor é feita usando o tipo *Word de* leitura (*Read*) tamanho três e escrita (*Write*) tamanho oito. Algumas funções do dispositivo são acessadas somente como leitura ou escrita.

2.2.3. Inversor CWF-09

O inversor CWF-09 da WEG possui os seguintes detalhes abaixo⁴:

- Duas entradas diferenciais não isoladas, resolução: 10 bits, (0 a 10)V, (0 a 20)mA ou (4 a 20)mA Impedância: 400kΩ para (0 a 10) V, 500Ω para (0 a 20)mA ou (4 a 20)mA, funções programáveis;
- Seis entradas digitais isoladas, 24Vcc, funções programáveis;
- Duas saídas, não isoladas, (0 a 10) V, RL 10 kΩ (carga máx.), resolução: 11 bits, funções programáveis;
- Dois relés com contatos NA/NF (NO/NC), 240Vca, 1 A, funções programáveis;
- Um relé com contato NA (NO), 240Vca, 1 A, função programável;
- Controle vetorial *c/ encoder*;
- Controle vetorial *sensorless* (sem *encoder*);
- Frequência nominal é ajustável de 0Hz a 300 Hz no modo escalar e de 30Hz a 120Hz no modo vetorial;
- Corrente Nominal: 9A e Tensão Nominal: 380V to 480V;
- Controle de torque:
 - Faixa: 0 a 180%, regulação: +/-10% do nominal;
- Controle de velocidade:
 - Sensorless*: regulação: 0.5% da velocidade nominal. Faixa de variação da velocidade: 1/100.
 - Com *Encoder*: (usar cartão EBA ou EBB).
 - Regulação: +/- 0.01% da velocidade nominal com entrada analógica 14 bits (EBA); +/- 0.01% da velocidade nominal c/ referência digital (teclado, serial,

Fieldbus, Potenciômetro Eletrônico, *multispeed*); +/- 0.1% da velocidade nominal com entrada analógica 10 bits (CC9);

- Serial RS-485 (a utilização da serial RS-485 impede a utilização da serial RS-232 - não podem ser utilizadas simultaneamente);
- Habilita o inversor via rampa (motor acelera segundo rampa de aceleração) e Desabilita o inversor via rampa (motor desacelera segundo rampa de desaceleração e pára).
- A comunicação através de um supervisório é feita usando o tipo *Word de leitura (Read)* tamanho três e escrita (*Write*) tamanho oito. Porém para enviar pacotes de dados deve prestar bastante atenção na conversão de binário para decimal.

2.3. Comunicação, configuração e instalação física dos CLPs e Inversor

O sistema supervisório conta com dezoito sensores de temperatura, no qual dezesseis desses sensores estão posicionados dentro do caixote simulando a zona de injeção, um sensor no tanque misturador para controlar a temperatura da água e o último sensor na entrada do caixote verificando a temperatura inicial; dois sensores de vazão para verificar a vazão de entrada e saída no caixote; e dois sensores de níveis para monitorar os níveis de cada tanque, além das válvulas pneumáticas e bombas. Todos esses sensores devem ser de alguma forma, examinados/manipulados pelo sistema supervisório. Para isso, foram conectados dezessete sensores de temperatura que se encontram dentro e na entrada do caixote, os sensores de nível e os de vazão no CLP da WEG TPW-03; o sensor de temperatura do misturador foi conectado no N2000; e as bombas foram conectadas ao inversor CWF09.

Para ser feita a leitura dos sinais dos sensores através do controlador TPW-03, foi preciso adicionar módulos de leitura analógica. Optou-se por utilizar o módulo de expansão do tipo 8AD visto que o mesmo suporta até oito entradas analógicas, sendo possível a leitura de oito sensores. Nesse CLP, vinte e um sensores precisavam ser conectados, de forma que foi necessário ligar pelo menos três dessas expansões ao módulo básico. Além dessas conexões dos sensores, também foi conectado, nas portas digitais do TPW-03, as válvulas pneumáticas, podendo ser acionadas através do supervisório.

Portanto, para ter acesso as leituras dos dispositivos, são necessárias fazer as devidas configurações e ligações físicas mostradas a seguir.

2.3.1. Protocolo *Modbus*

O *Modbus* é um dos protocolos mais utilizados em automação industrial, é simples e fácil de instalar, podendo ser utilizado em diversos padrões de meio físico, como: RS-232, RS-485 ou Ethernet TCP/IP. No projeto do supervisor é utilizado o padrão de rede RS485 que utiliza comunicação serial para transferência de dados, contudo é necessário formatar a sequência de caracteres e recepção de dados. Lembrando que o padrão RS-485 permite trabalhar com taxas de comunicação que podem chegar a 12Mbps e em alguns casos até 50Mbps, vale lembrar que quanto maior o comprimento da rede menor será a velocidade de comunicação, a distância máxima da rede está em torno de 1200m, e o número máximo de dispositivos no barramento da rede é de 32.

O método de comunicação de dados que o padrão RS485 utiliza é o Mestre/Escravo. Onde o mestre envia uma requisição de informação, enquanto o escravo produz a informação de resposta e a envia para o mestre (Figura 4). O mestre também pode enviar informações para revisar o dado do escravo diretamente. Devido à estrutura da mensagem desse protocolo, cada controlador precisa de um endereço de dispositivo para ser identificado na rede, além de evitar conflito de comunicação, facilita a identificação de qual escravo está enviando/recebendo determinada mensagem para o mestre.

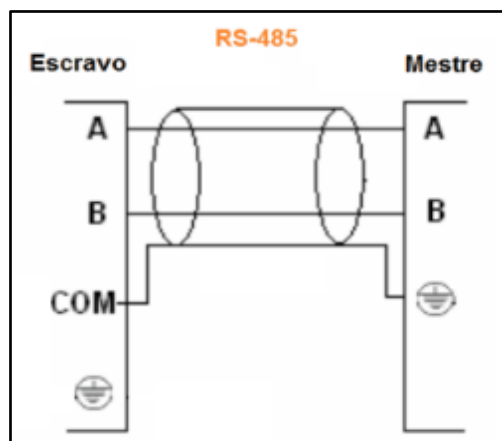


Figura 4: Modelo do padrão RS-485.

2.3.2. Configuração dos parâmetros de comunicação do TPW 03

O controlador TPW-03 de modelo 60HT-A possui três tipos de comunicação: via serial TTL, cartões, e comunicações RS232 e RS485. Desses três tipos, utilizou-se a comunicação RS485 durante os experimentos descritos nesse trabalho.

Mas antes dos experimentos, foi necessário configurar os parâmetros do dispositivo utilizando a comunicação serial TTL com o computador permitindo realizar Download/Upload de programas em LADDER e conexão do CLP como escravo *Modbus* modo RTU. Para estabelecer a comunicação do CLP com o computador por essa porta, deve-se abrir o software da WEG e conectar o CLP ao software TPW03-PCLINK através da ferramenta de conexão e estabelecer um link (Figura 5).

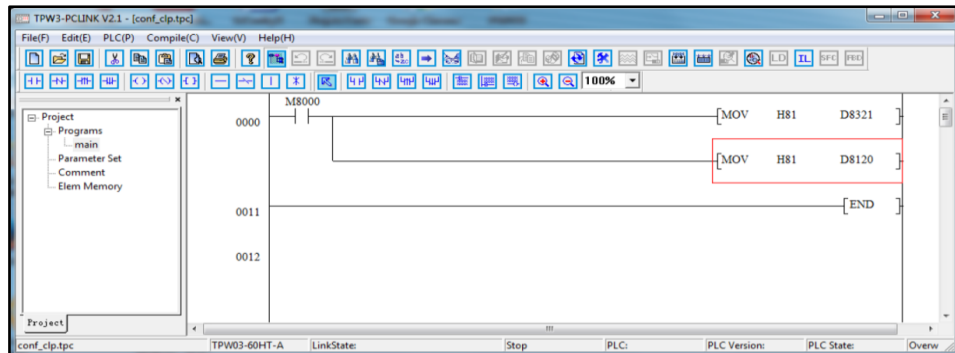


Figura 5: Comunicação do PCLINK com o TPW-03.

Nessa conexão foi definido um *baud rate* de 19200, visto que é padrão para as três portas. Também foi configurado os dados no formato de 8 bits, sem paridade e 1 bit de parada (Figura 6).

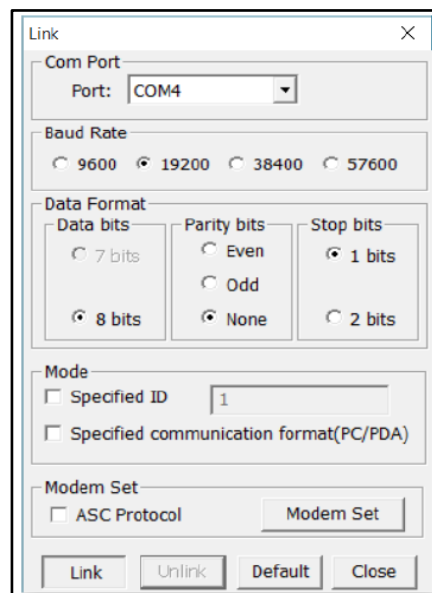


Figura 6: Link do computador com o CLP TPW-03.

Depois de feito o link, é necessário programar o formato de comunicação e o *baud rate* no registro especial do CLP. Para isso, o endereço D8321 deve ser configurado com um valor correspondente a comunicação desejada, nesse caso, como ele é o primeiro escravo, é atribuído o *Addr* = 1. Esse registrador é definido especialmente para indicar parâmetros (Figura 7).

Bit	Descrição	Conteúdo	
		0 (OFF)	1 (ON)
B0	Data bits	7 bit	8 bit
B1 B2	Paridade	B2,B1 (0,0): nenhum (0,1): IMPAR (1,0): PAR	
B3	Stop bits	1 bit	2 bit
B4 B5 B6 B7	Baud rate (bps)	B7,B6,B5,B4 (0,1,1,1):9.600 (1,0,0,0):19.200 (1,0,0,1):38.400 (1,0,1,0):57.600 (1,0,1,1):76.800	B7,B6,B5,B4 (1,1,0,0):128.000 (1,1,0,1):153.600 (1,1,1,0):307.200
B8~B12 *1	Reservado		
B13	Modo Modbus	(0) : Modo RTU	(1) : Modo ASCII
B14~B15*1	Reservado		

Figura 7: Configuração da Comunicação da porta do PC D8321 e D8320.

Com os parâmetros desejados, deve-se passar o valor binário de 10000001 para o registrador D8321, isso corresponde ao valor 81 em hexadecimal. Esse valor hexadecimal é movido para esse registrador na programação em LADDER, como visto na (Figura 5). No mesmo programa é possível definir os parâmetros para comunicação via RS485. Para isso, deve-se configurar o registrador D8120. Dessa forma, o valor 81 hexadecimal também deve ser passado para o registrador D8120. Feita a programação em LADDER, realiza-se o *upload* do programa para o CLP da WEG e o link com o software TPW03-PCLINK pode ser desfeito através da mesma ferramenta.

2.3.3. Configuração dos parâmetros de comunicação da Novus

O controlador da NOVUS comunica-se com o computador via serial RS485, também utilizando o protocolo *Modbus* RTU (Mestre x Escravo). Para configurar a comunicação serial, é necessário alterar os valores de configuração de entrada, que são: *Baud Rate* de Comunicação e o *Address* (endereço de comunicação). Pois todos os componentes de comunicação devem ter as mesmas configurações de comunicação. Para alterar o valor do *baud rate*, é preciso consultar o manual fornecido pela empresa e verificar a opção onde a velocidade de comunicação é 19200 bps, logo foi selecionado o valor 4, conforme indicado na tabela de registradores (Figura 8). Já o parâmetro *Addr* corresponde ao identificador do controlador na rede *modbus*.

Nesse caso, considera-se o N2000 como o segundo escravo da rede *modbus*, atribuindo-se *Addr* = 2.

0044	Addr	Endereço do escravo. Faixa: 1 a 247
0045	Baud	Baud-Rate de comunicação. Faixa: 0 a 4 0→1200;1→2400;2→4800;3→9600; 4→19200

Figura 8: Configurações dos parâmetros da NOVUS N2000.

2.3.4. Configuração dos parâmetros de comunicação do CWF-09

A configuração do inversor CWF09 é bem simples, só é preciso adicionar o número do endereço no supervisório correspondente ao número do *Addr* (Figura 9) do próprio inversor. O *baud rate* não é preciso, pois o inversor tem a função de detectar automaticamente a taxa de transmissão da rede.

P308	Endereço do inversor na rede de comunicação serial (faixa de valores: 1 a 30)
------	---

Figura 9: Configuração do endereço do inversor.

2.3.5. Configuração das tags para a comunicação

A fim de estabelecer a comunicação do supervisório com os dispositivos é necessário configurar as *tags* correspondente ao equipamento que está sendo utilizado. Para acessar as *tags* deve acessar a janela *Organize* (Figura 10) e em seguida acessar a pasta do dispositivo que deseja fazer a comunicação (Figura 11).

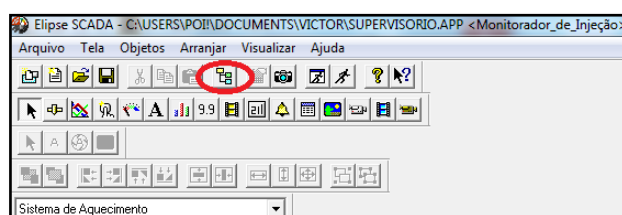


Figura 10 – Ícone do *Organize*.

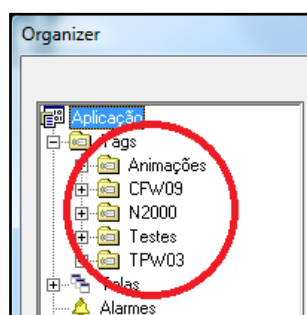


Figura 11 – Tags dos CLPs e Inversor.

Ao seleccionar a *tag*, os *parâmetros* B1/N1, B2/N2, B3/N3 e B4/N4 devem ser configurados de acordo com o dispositivo, onde:

- B1/N1 – é o número de indicação do dispositivo (escravo) de acordo com a numeração configurada no mesmo. Para o TWF-03 foi configurado o 1, N2000 o 2 e no inversor o 4;
- B2/N2 – é o tipo da variável de comunicação (*Word* ou *Bit*). Para ter acesso as indicações das variáveis, deve acessar a aba *Operations* (Figura 12). Deve prestar atenção no tamanho da leitura e escrita do equipamento e a saída ou entrada digital/analógica;

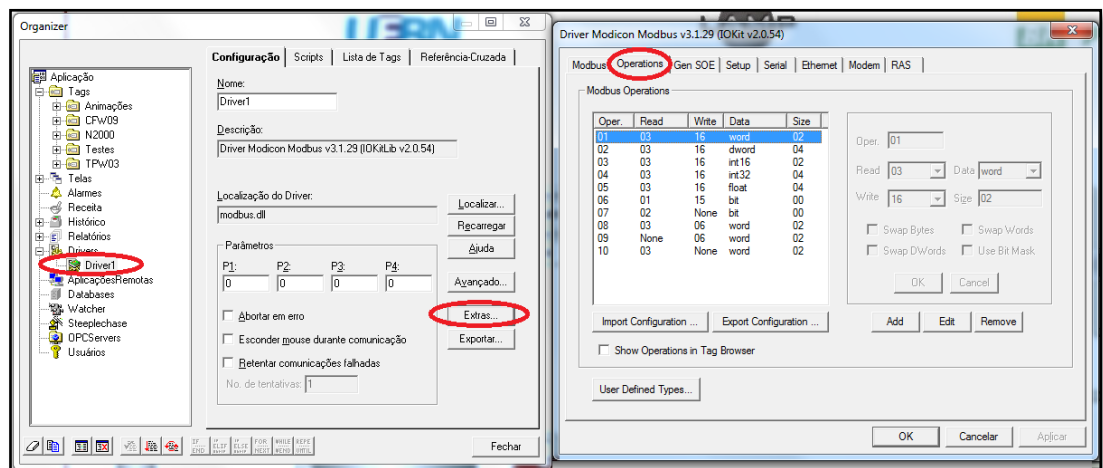


Figura 12 – Indicação das variáveis.

- B3/N3 - Parâmetro adicional. Este parâmetro em geral não é usado e pode ser deixado em 0 (zero);
- B4/N4 – é o número correspondente ao registrador que deseja ser acessado. Para ter acesso aos registradores, deve-se consultar o manual do equipamento.

A figura abaixo mostra as *tags* que estão sendo utilizadas em cada um dos dispositivos.

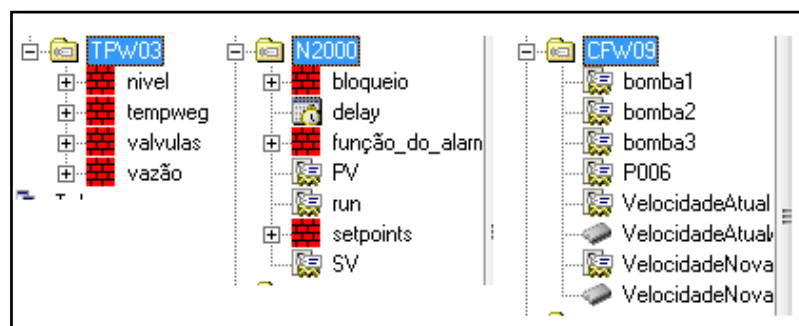


Figura 13 – Tags utilizadas no supervisório.

2.3.6. Ligação física dos componentes na rede Modbus

Inicialmente deve conectar os CLPs e o inversor, via *modbus* RS-485, utilizando um conversor RS-232 x RS-485 para poder fazer a ligação física com a entrada do computador. Deve-se prestar bastante atenção na ligação dos dispositivos, levando em conta as instruções do manual do fabricante.

Para ligar o CLP da NOVUS, é preciso conectar a entrada positiva e negativa do conversor nas linhas bidirecionais D+ (B) e D- (A) respectivamente do CLP (Figura 14).

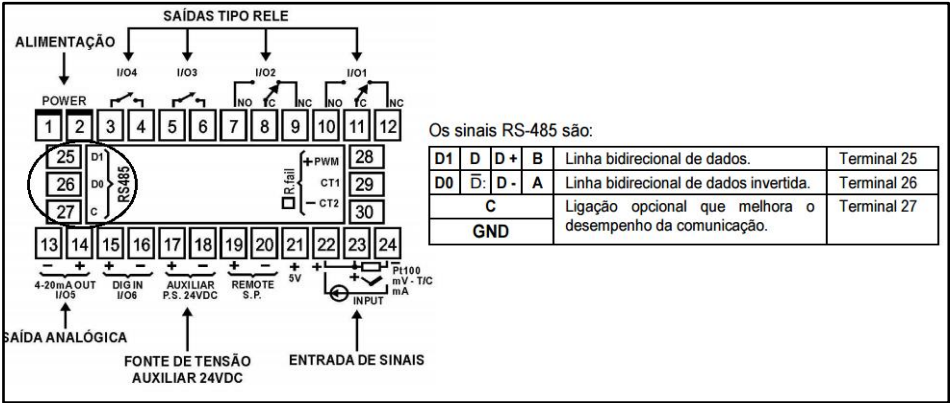


Figura 14: Painel de instalação/conexões da NOVUS.

No caso do inversor CWF09, as portas ‘A’ e ‘B’ são, respectivamente, 11 e 12 (Figura 15).

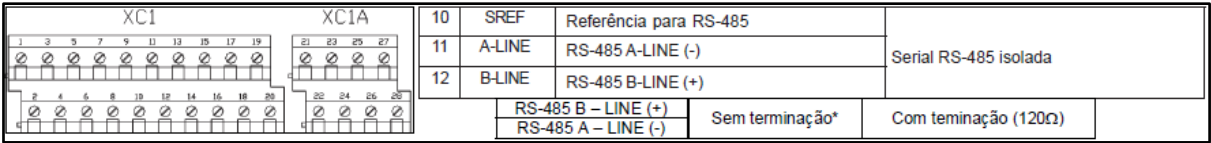


Figura 15: Porta RS-485 do inversor CWF09.

A ligação do TPW-03 é semelhante com a ligação feita na NOVUS e no CWF09, porém as linhas de comunicação do TPW são diferentes. A porta ‘A’ é o terminal positivo e a porta ‘B’ é o negativo (Figura 16), sendo assim, a ligação positiva e negativa do conversor é ligado nos terminais ‘A’ e ‘B’ respectivamente do CLP TPW-03. Dessa forma, a conexão física da rede *modbus* é ilustrada como mostra a figura 17.



Figura 16: Porta de comunicação RS-485.

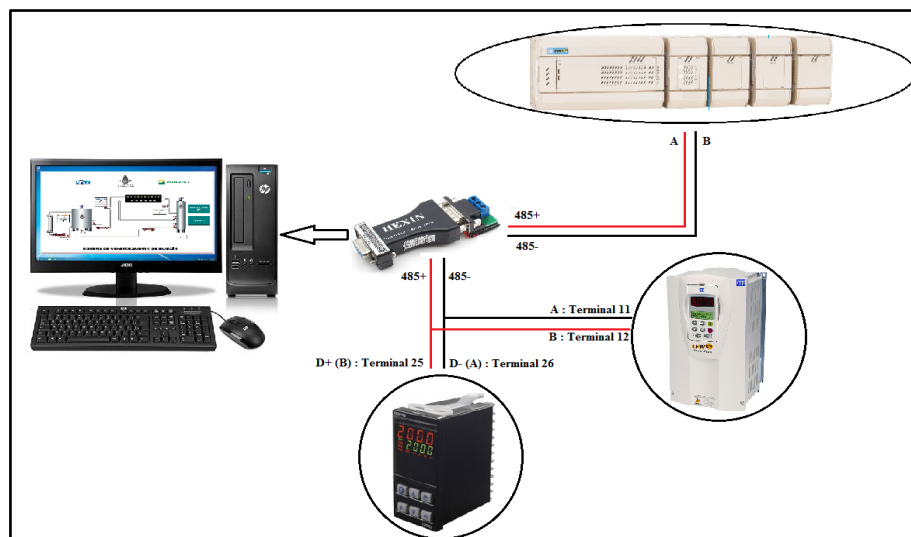


Figura 17: Conexão física dos dispositivos na rede modbus.

3. Supervisório

O supervisório de sistema de monitoramento de injeção é composto por três telas, as quais: Monitorador de Injeção (Figura 18a), Sistema de Aquecimento (Figura 18b) e Sistema de Medição (Figura 18c). A divisão do supervisório em três telas foi elaborada com o intuito de facilitar na visualização dos sensores e na manipulação dos dispositivos.

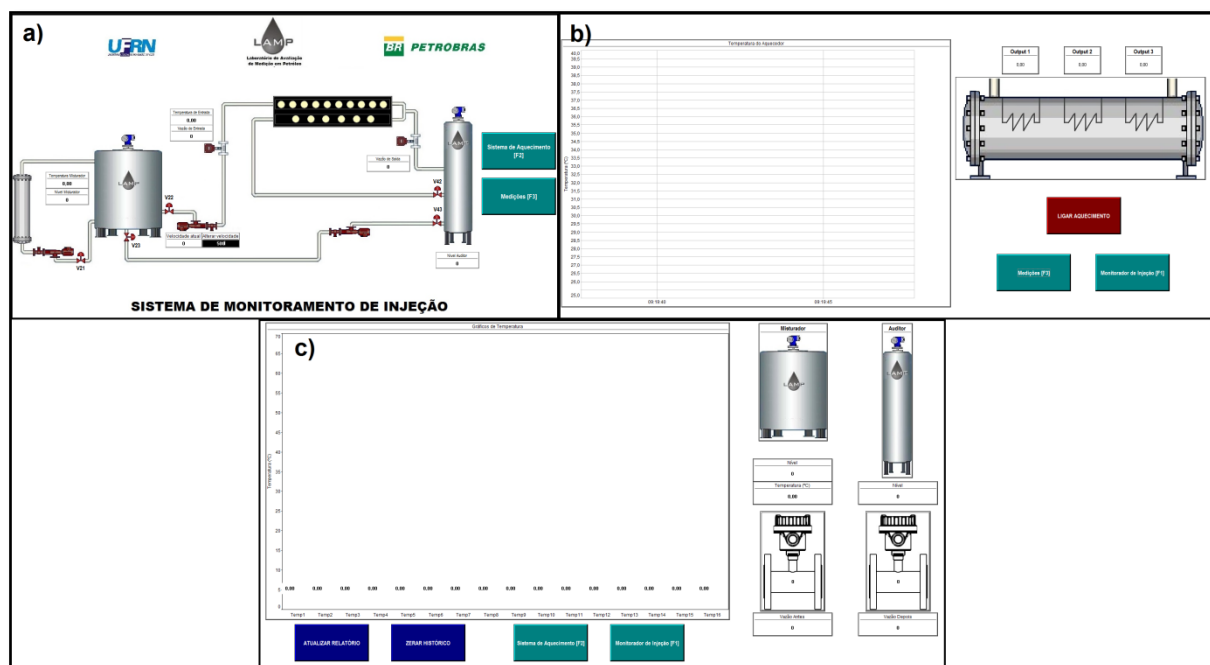


Figura 18 – a) Monitorador de Injeção; b) Sistema de Aquecimento; c) Sistema de Medição.

Na tela, monitorador de injeção, é referente ao esquemático do sistema como um todo e tem o propósito de mostrar a situação atual dele, bem como suas principais características. Nela, foi feita uma animação que representa por onde a água está passando no momento real. Também é possível acionar as bombas e válvulas e monitorar os dezessete sensores de temperatura, dois sensores de vazão e dois sensores de nível, em tempo real.

A tela de sistema de aquecimento foi feita para controlar o sistema de aquecimento do CIRCUITO 1, mais precisamente o controle das fases elétricas que ligam os resistores. Nela é exibido um gráfico que mostra a temperatura atual do aquecedor e os valores de *Output* do CLP N2000. Os valores de *Output* podem ser alterados antes ou durante o funcionamento do aquecedor. Lembrando que esses valores não podem ser menores que 25° e maiores que 65° (o valor de 65° pode ser alterado dependendo da instrução do orientador). Caso queira mudar o valor, deve ser acessado o registrador *SetPoint* superior do CLP da NOVUS.

Na tela de sistema de medição é mostrado um gráfico de barras de todas as temperaturas do sistema de injeção, uma animação dos tanques, Misturador e Auditor, que varia de acordo com o nível e uma última imagem relacionada com as vazões, também medida dos sensores. Existe também a possibilidade de gerar ou zerar relatórios que produzem ou apagam históricos armazenando os valores de vazão, temperaturas do gráfico de barras, data e hora.

4. Programação (Scripts)

A utilização das Scripts facilitou no acionamento das válvulas e bombas, fazendo com que a bomba só poderá ser acionada se as válvulas correspondentes àquela bomba estiverem ligadas. O desligamento das válvulas só aconteceria se a bomba estiver desligada, deixando o sistema mais seguro.

Também as Scripts facilitaram no monitoramento e nas animações do supervisor. A animação do nível dos tanques acontecia da seguinte forma: enquanto que o sensor enviava o valor atual do nível para o supervisor, o Script relacionava esse valor com a animação de um tanque com água, como mostra a figura 19.



Figura 19 - Animação de nível do tanque.

Da mesma forma ocorre com a animação do aquecedor, enquanto que a temperatura está abaixo de um *Output*, a animação muda a cor da resistência que está ativa, como mostra a figura 20.

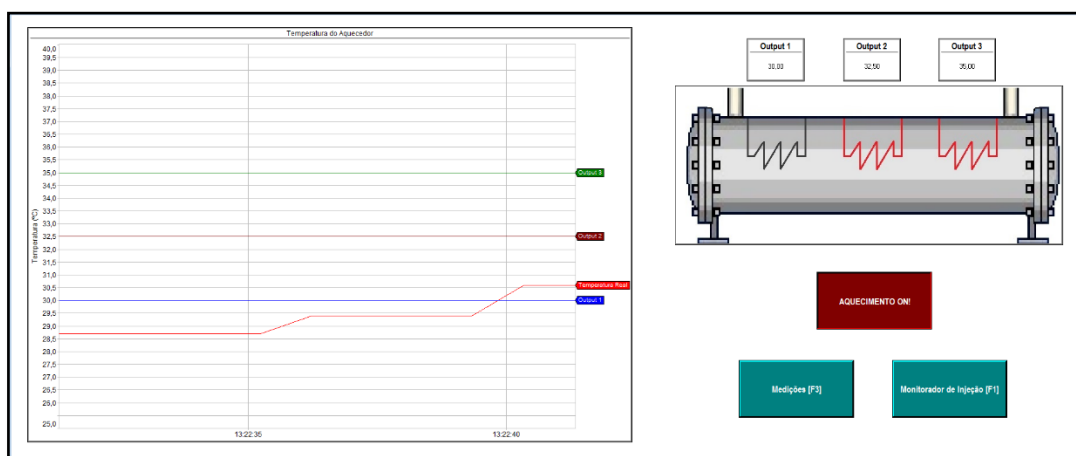


Figura 20 – Animação das resistências do aquecedor.

5. Testes realizados

No teste do monitoramento das temperaturas nos CLPs foi realizado a comunicação do supervisório com o CLP e os sensores. Os sensores foram aquecidos através de contato com temperaturas corporais e o supervisório conseguiu identificar as variações imediatamente, mostrando o valor com precisão de duas casas decimais. Os valores iniciais de temperatura foram comparados com o de um termômetro de parede. Assim, foi possível validar os resultados das medições com o uso do supervisório.

Para realizar o teste do aquecedor, foi necessário colocar os alarmes com valores próximos à temperatura ambiente - 31, 32 e 33 graus, respectivamente. Assim, quando esse sistema foi simulado com os aparelhos do laboratório, a temperatura inicial estava abaixo do Alarme 1 e foi possível aumentá-la com transmissão de calor por atrito. No gráfico, foi possível verificar a temperatura passar por todas as zonas descritas. A animação conseguiu representar a realidade vista pelo gráfico, desligando os conjuntos de resistores nas zonas certas.

O acionamento das bombas e válvulas foram realizados usando o inversor CFW-09 e o CLP TPW-03 respectivamente, possibilitando o controle através da animação do supervisório.

6. Conclusão

O desempenho da comunicação do supervisório com os dispositivos ocorreu da forma desejada. Com a comunicação, via protocolo Modbus, foi possível captar os dados dos sensores e controlar as válvulas e bombas, através dos CLPs e Inversores, da planta industrial presente nas instalações do LAMP.

A interface do supervisório facilitou no monitoramento da planta industrial em tempo real. Com ela foi possível acionar bombas e válvulas, acionar o aquecedor, verificar as temperaturas, os níveis e as vazões.

Espera-se a chegada de novos equipamentos para que seja feita a montagem final da planta, possibilitando mais testes com o supervisório apresentado, modificando e adequando algumas das animações e parâmetros utilizados para estarem de acordo com a planta.

Portanto, durante o desenvolvimento do trabalho, foi possível adquirir conhecimento, principalmente na área de automação industrial, através dos estudos realizados sobre sistemas de supervisão, controladores lógicos e sensores industriais.

7. Referências

- [1] Daneels, A.; Salter, W. What is SCADA? 1999. CERN, Geneva, Switzerland.
- [2] NOVUS. Controlador Universal N2000 - Detalhes do Produto. 2016. Disponível em <http://www.novus.com.br/catalogos/?ID=715305>.
- [3] NOVUS. N1100/ N2000 /N3000 - Tabela de Registradores para Comunicação Serial V2. 0x A. Disponível em <http://www.novus.com.br/downloads/Arquivos/v20x%20a%20protocolo%20n1100-n2000n3000%20-%20portugu%C3%AAs%20a4.pdf>.
- [4] NOVUS. Produtos Eletrônicos - Controladores, Transmissores, Data Logger, Termostatos, Indicadores e Sensores – Automação Industrial. Disponível em <http://www.novus.com.br/site/>.
- [5] WEG Brasil. Motores, Automação, Energia, T&D e Tintas. Disponível em <http://www.weg.net/br>.
- [6] WEG. Manual de Programação – TPW03 Controlador Programável. Disponível em <http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-tpw-03-controlador-programavel-programacao-manual-portugues-br.pdf>.
- [7] WEG. Manual do Usuário Modbus RTU. 2013. Disponível em <http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEGplc300-comunicacao-modbus-rtu-10000850708-manual-portugues-br.pdf>.
- [8] ELIPSE SOFTWARE. Soluções HMI/SCADA, EMS/DMS para sistemas elétricos e historiadores de processos industriais. Disponível em <http://www.elipse.com.br/port/index.aspx>.
- [9] ELIPSE SOFTWARE. Elipse SCADA Tutorial - HMI/SCADA Software. Elipse Software Ltda, 2008.