

# APLICAÇÃO DE SUPERVISÓRIO COM ELIPSE E3

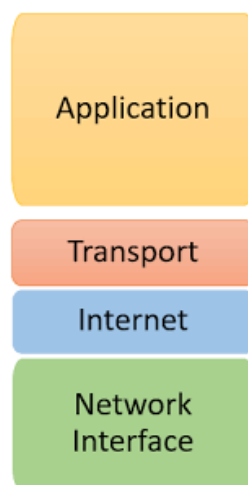
*Leandro Teodoro Souza*  
*Maio/2022*

## 1. INTRODUÇÃO

Os sistemas supervisórios nasceram de uma necessidade de uma melhor integração homem-máquina. Desta forma, os dados do processo ficam disponíveis em uma interface mais amigável, onde as operações são representadas por desenhos na tela e as variáveis dispostas e organizadas de modo mais intuitivo.

Dentre as principais funções de um sistema supervisório podemos destacar: o monitoramento da planta por uma tela esquemática (painel sinótico), gravação de dados da planta para consultas e geração de relatórios. Sistemas supervisórios são compostos de IHMs (Interface Homem Máquina) para controle local de um equipamento ou malha e um sistema de gerenciamento geral, normalmente SCADA. Nesse último é possível configurar alarmes e eventos associados, assim como outras funções avançadas.

Os sistemas supervisórios comunicam-se com os controladores lógicos por protocolos de rede industriais. Hoje em dia para esse fim é muito comum a utilização do protocolo Modbus na camada de aplicação da pilha TCP/IP. As camadas do protocolo TCP/IP estão representadas na figura abaixo.



**Figura 1 - Camadas do protocolo TCP/IP**

Em uma rede TCP/IP cada dispositivo possui um único IP, que serve para identificação. Um computador na rede pode internamente possuir vários programas, cada um desses possuindo uma interface de aplicação para uso do TCP/IP. Então, para o roteamento dos pacotes ao programa de destino usa-se uma numeração de porta. No caso do protocolo Modbus a porta é a **502**.

Um data frame Modbus TCP/IP é composto da seguinte forma:

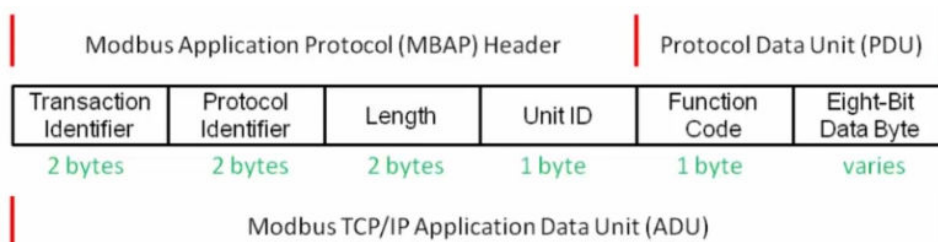


Figura 2 - Data Frame Modbus TCP/IP

- Transaction Identifier: Identifica a mensagem atual. A resposta deve possuir o mesmo número de identificação.
- Protocol Identifier: É mantido em zero.
- Length: Tamanho de bytes da mensagem, contando o unit id, function code e data bytes.
- Unit ID: Endereço do dispositivo para uso com bridge no modo Modbus RTU.
- Function Code: Código da função Modbus.
- Data Bytes: Grupo de bytes de dados, podendo variar de acordo com a função utilizada.

## 2. PLANTA

Como exemplificação de projeto de um sistema supervisório básico iremos utilizar o caso abaixo.

Em sistemas de controle de nível de água em caldeiras, conforme o vapor vai sendo perdido externamente na tubulação, há a necessidade de injetar água na caldeira para que o nível se mantenha em um mínimo aceitável, evitando danos em virtude da falta de água. A figura abaixo contém o diagrama de controle de nível de água em uma caldeira. O CLP aciona a bomba de alimentação de água (3) e a válvula de controle de alimentação de água (2) sempre que o sensor de nível capacitivo (1) deixar de detectar a presença de água na sua haste.

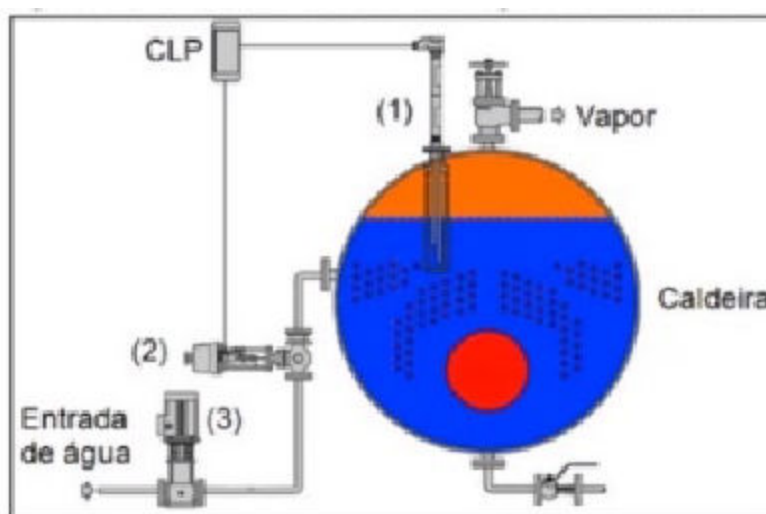


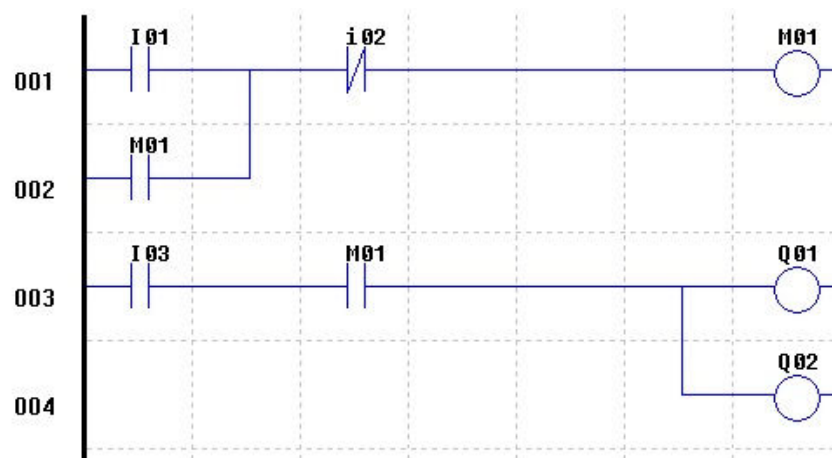
Figura 3 - Sistema de controle de nível de água em uma caldeira

As entradas e saídas do CLP estão dispostas conforme a tabela abaixo:

**Tabela 1 - Entradas e Saídas do CLP**

Função	Porta
Botão Start	I0
Botão Stop	I1
Sensor Capacitivo	I2
Válvula de Entrada de Água	Q0
Bomba de Alimentação	Q1

O diagrama Ladder para o CLP pode ser representado genericamente conforme abaixo:



**Figura 4 - Programa Ladder para controle de nível**

Conforme é possível identificar, o botão de start ativa o contato de memória M01, este por sua vez executa um selo na entrada I01. O botão de stop i02 é responsável por abrir a linha de ativação cortando o selo feito por M01. Na linha 003 podemos observar a ativação da bomba de água (Q01) e a válvula de enchimento (Q02) quando o sensor capacitivo (I03) detecta o nível mínimo de água, somente se o sistema estiver ativo (M01).

### 3. SISTEMA SUPERVISÓRIO

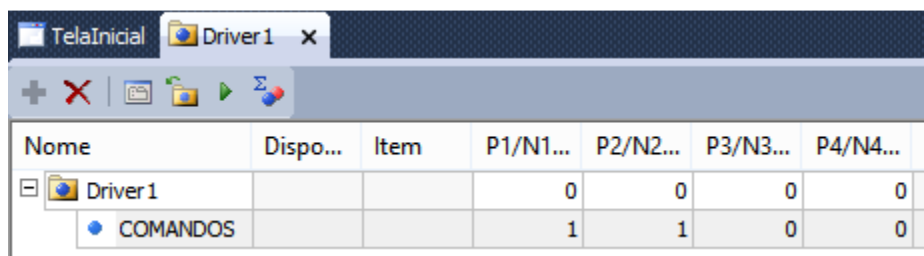
Para a integração entre o sistema supervisório desenvolvido no Elipse E3 foi utilizada a interface de desenvolvimento para controladores lógicos Unity Pro XL da empresa Schneider. Com essa IDE é possível realizar o upload de um servidor CLP localmente e acessá-lo utilizando o protocolo Modbus TCP/IP.

No Unity Pro XL, para facilitar a integração, as variáveis do sistema do CLP foram alocadas na memória conforme a tabela abaixo:

Tabela 2 - Tabela de endereços

TAG	TIPO	ENDEREÇO	DESCRIÇÃO
BOT_LIGA	BOOL	%MW0.00	Botão Liga
BOT_DESLIGA	BOOL	%MW0.01	Botão Desliga
STATUS	BOOL	%MW0.02	Sistema ligado ou desligado
SENSOR	BOOL	%MW0.04	Sensor de nível
BOMBA	BOOL	%MW0.03	Ativação da bomba
VAL_ENTRADA	BOOL	%MW0.05	Válvula de entrada de água

No supervisório a Tag *COMANDO* reúne todos os bits booleanos em uma única word, seguindo o padrão da tabela de endereçamento. Na figura abaixo podemos ver a declaração dessa Tag no Elipse E3. Observe os parâmetros, sendo: P1/N1 (o endereço padrão do dispositivo), P2/N2 (o código da função Modbus que será utilizada no Elipse), P3/N3 (podendo ser deixado em zero), P4/N4 (o endereço de %WM0 no mapeamento de memória do dispositivo que pode ser consultado no manual).



Nome	Dispo...	Item	P1/N1...	P2/N2...	P3/N3...	P4/N4...
Driver1			0	0	0	0
COMANDOS			1	1	0	0

Figura 5- Configuração da Tag COMANDO

Para a utilização dos bits da Tag *COMANDOS* é importante habilitar a opção *UseBitFields* para **true**.

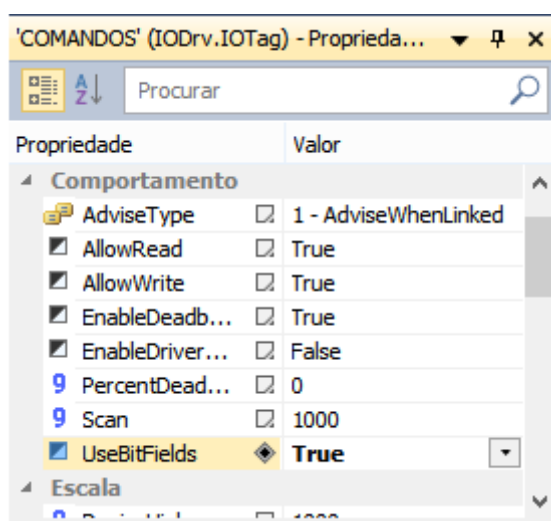


Figura 6 - Habilitando a utilização de bits individuais

Na figura abaixo podemos ver o painel sinótico da aplicação do supervisor. O cilindro representa a caldeira geradora de vapor, o círculo com a seta representa a bomba de alimentação de água e as válvulas são facilmente identificadas. Com o Elipse E3 é possível utilizar de imagens mais elaboradas, entretanto o visual proposto somente com símbolos apresenta algumas como: menor poluição visual, utilização de cores nas linhas para representar o tipo do produto (azul para água e vermelho para vapor). Todos os componentes da planta estão em verde, a tela preta facilita o observador em ambientes pouco iluminados. O sensor de nível de água é representado por um *box* branco com a sigla LT (Level Transmitter).

Também é possível observar os botões de ação agrupados no box *COMMANDS*, sendo eles para ligar e desligar o sistema de controle da mesma forma que os botões liga e desliga do painel elétrico do CLP.

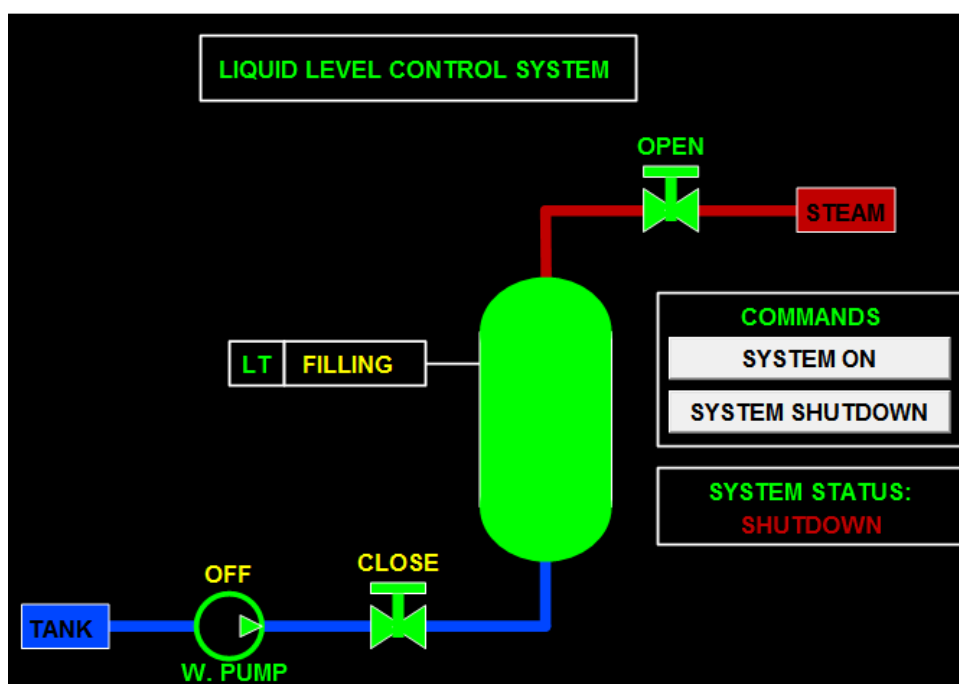


Figura 7 - Painel sinótico da aplicação

Para os textos de indicação de estado (como *open*, *close*, *off*) foi utilizado uma conexão digital nas propriedades *Value* e *TextColor*. Assim é possível alterar tanto a string que é mostrada na tela quanto fazer a alteração da cor de acordo com o bit que representa cada estado no CLP.

Item	Posição	Formatação	Associações
Propriedades		Conexão	Fonte
Value			Driver1.COMANDOS.Bit04
TextColor			Driver1.COMANDOS.Bit04

Figura 8 - Conexão digital em associações

Os botões de comando são configurados para que os eventos *MouseUp* e *MouseDown* carreguem o valor correspondente ao botão físico do CLP na variável

de memória. Isso é realizado pela função *carrega valor* no Elipse E3. Esses eventos podem ser acessados clicando duas vezes no botão em modo de desenvolvimento.

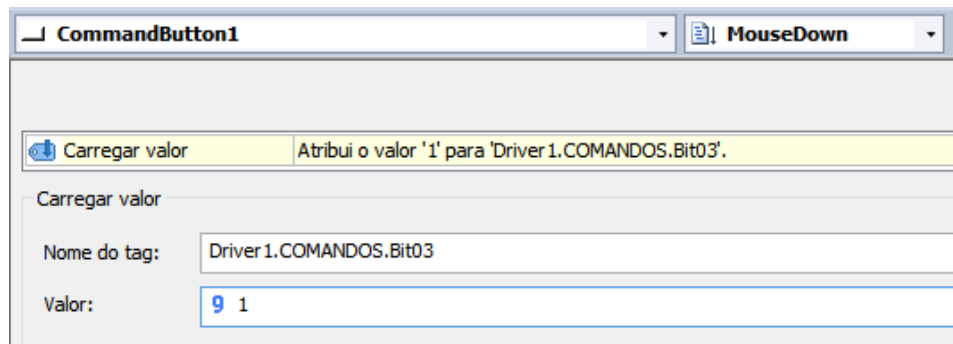


Figura 9 - Função carrega valor

Utilizando o software ModScan32 para simular uma leitura no endereço %MW0 do CLP, podemos observar o frame de dados transmitido e recebido. Onde a parte sem o sombreado representa a mensagem enviada ao CLP, seguida pela mensagem recebida do controlador lógico em grupos de bytes.

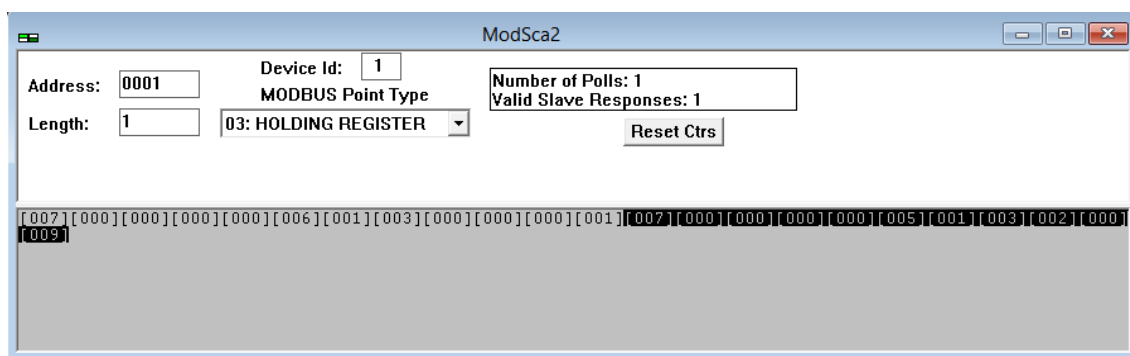


Figura 10 - TCP/IP Modbus data frame

Onde temos na mensagem enviada ao CLP:

- [007] [000] - Transaction Identifier
- [000] [000] - Protocol Identifier
- [000] [006] – Tamanho da mensagem em bytes a partir deste ponto
- [001] – Unit Id
- [003] – Function Code
- [000] [000] – Endereço inicial de leitura
- [000] [001] – Número de registradores que serão lidos.

E na resposta do CLP temos:

- [007] [000] - Transaction Identifier
- [000] [000] - Protocol Identifier
- [000] [005] – Tamanho da mensagem em bytes a partir deste ponto
- [001] – Unit Id
- [003] – Function Code
- [002] – Número de bytes enviados

[000] [009] – Valor do registrador lido.

É de entendimento geral que atuar na manutenção de componentes somente de forma corretiva pode levar a gastos extras. Grandes empresas fornecem ferramentas para a manutenção preditiva, essa ocorre por monitoramento de alguma variável física de um componente de extrema importância da planta. Para simularmos essa condição foi inserido no supervisório um gráfico de tendência que monitora uma variável demo, que corresponde a vibração interna da bomba de alimentação de água. Havendo tendência de alta da vibração as equipes de manutenção podem intervir de forma programada, paralisando a planta com o menor custo possível ou sem a sua parada.

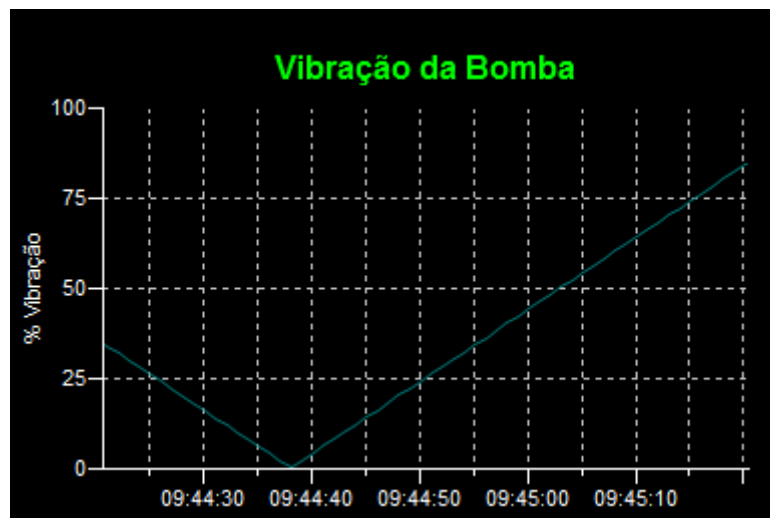


Figura 11 - Vibração da bomba de alimentação de água

Na área de alarmes abaixo é possível observar quando a bomba entra no estado de vibração excessiva. Assim a equipe da sala de controle pode alertar de imediato a equipe de manutenção para que as correções possam ser realizadas.

ÁREA DE ALARMES:		
Operador	Área	Mensagem
	PlantaPrincipal	Vibração excessiva da bomba

Figura 12 - Área de alarmes da planta

#### 4. CONCLUSÃO

Vimos a importância de um sistema supervisório em uma aplicação simples de controle de nível. Com esse sistema o operador pode ter uma visão ampla de todo um

processo produtivo reunindo informações em uma única tela. Dessa forma, é possível gerenciar com mais eficiência as equipes e as atividades de manutenção. Com o estudo do protocolo Modbus TCP/IP e com auxílio de ferramentas de análise de rede e simulação é possível identificar falhas no sistema que por outros métodos levariam muito mais tempo.

## **5. REFERÊNCIAS**

- [1]. Mastering Modbus TCP/IP Network Communication, Udemy Course.
- [2]. Elipse E3, Udemy Course.