



Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Departamento de Engenharia Elétrica

Marcos Durães Santos

Trabalho de Conclusão de Curso

Desenvolvimento de um sistema SCADA para planta de troca de calor

Aluno:

Marcos Durães Santos

Orientador:

Rafael Bezerra Correia Lima

Campina Grande - PB
Dezembro de 2019.

Marcos Durães Santos

Trabalho de Conclusão de Curso

Desenvolvimento de um sistema SCADA para planta de troca de calor

*Trabalho de Conclusão de Curso
submetido à Coordenação de Curso de
Graduação de Engenharia Elétrica da
Universidade Federal de Campina
Grande como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia Elétrica.*

Orientador: Rafael Bezerra Correia Lima

Campina Grande – PB

Dezembro de 2019

Marcos Durães Santos

Trabalho de Conclusão de Curso

Desenvolvimento de um sistema SCADA para planta de troca de calor

*Trabalho de Conclusão de Curso
submetido à Coordenação de Curso de
Graduação de Engenharia Elétrica da
Universidade Federal de Campina
Grande como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia Elétrica.*

Trabalho aprovado em: Campina Grande – PB ____ / ____ / ____.

Rafael Bezerra Correia Lima, UFCG
Professor Orientador

George Acioli Júnior, UFCG
Professor Avaliador

Campina Grande – PB
Dezembro de 2019

Dedico este trabalho aos meus pais e à minha família, inclusive à Luísa a mais nova integrante.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente aos meus pais, Silvio Marcos Nunes dos Santos e Eliane Messias Durães, juntamente com os meus queridos irmãos Silvio Durães Santos e Camila Durães Santos, por todo o apoio dado, amor e esforço. Possibilitando que nada, nunca, me faltasse. Este trabalho só existe por causa de deles.

Agradeço a minha segunda família, família composta por meu sogro e minha sogra, Madelon Mirtes e Rossigley Henrique, os quais sempre me motivaram e deram apoio e me acolhendo quando necessário para dar conta dos deveres.

Agradeço a minha namorada Eduarda Karoline Lima a qual sempre foi a primeira a me sustentar e aturar meus momentos de angustia.

E finalmente quero agradecer e dedicar este trabalho a minha filha Luísa a qual mesmo sem nunca a ter tocado, já me proporciona sensações as quais são impossíveis de descrever.

Agradeço aos amigos e colegas que estiveram presentes nos mais diversos momentos da minha graduação, em especial a Evandro Araújo Macedo Martins.

Por fim, aos funcionários do DEE, em especial Adail e Tchai, que sempre estiveram acessíveis, disponíveis e com uma imensa vontade em ajudar, por menor que tenha sido o problema.

“Persistência é o caminho para o êxito.”

Charles Chaplin.

Resumo

Sistemas de aquisição de dados tem sido aplicado cada vez mais intensamente dentro da indústria, estes sistemas proporcionam uma série de benefícios sociais, econômicos e de segurança dentro do ambiente industrial. Analíticos podem ser incorporados ao processo podendo assim proporcionar melhorias significativas.

Este trabalho trata-se do desenvolvimento de um sistema de supervisão para uma planta de troca de calor do tipo Cascos-Tubos, nela são obtidas informações de 6 sensores e modificação dos parâmetros de 4 atuadores. Na combinação de sensores e atuadores é possível desenvolver uma série de malhas de controle. Mas estão implementadas 7 malhas, portanto no sistema de supervisão é possível monitorar e atuar sobre estas malhas e a operação da planta sem malha de controle ativa.

Para o desenvolvimento do SCADA foi selecionado o *Elipse E3* por ser um dos pioneiros e líderes de mercado. Utilizado por empresas como *Sadia*, *WEG* e *Mercedes Benz*. Além do software possuir certificação na *OPC Foundation*. Protocolo de comunicação utilizado na planta, juntamente com dispositivos que operam com a tecnologia *WirelessHART*.

Palavras chaves: Supervisório, SCADA, Elipse E3.

Abstract:

Data acquisition systems have been increasingly intensively applied at many industries, these systems provide a series of social, economic and safety benefits on the industrial environment. Analytics can be incorporated to the process allowing significantly improvements.

This work presents the development of supervision system for a Shell-to-Tube heat exchange plant in which information is obtained from six sensors and through modification of the parameters of 4 actuators. In combining sensors and actuators it is possible to develop a series of control loops. In this system 7 control loops were implemented; therefore, it is possible to monitor and act on these control loops and in the plant operation without any active control loop.

For the SCADA development it was selected the software *Eclipse E3* due to its credibility on the market, being used by many important companies such as *Sadia*, *WEG* and *Mercedes-Benz*. The software also is certified by the OPC Foundation. Communication protocol used at the plant, together with devices that operate with *WirelessHART* technology.

Keywords: Data acquisition, Elipse E3, SCADA.

Lista de figuras

Figura 1: Trocador de calor tipo Casco-Tubos.....	15
Figura 2: Esquema da planta	16
Figura 3: Esquema da malha LIC 01	17
Figura 4: Esquema da malha LIC 02.....	18
Figura 5: Esquema da malha FIC 01	18
Figura 6: Esquema da malha TIC 01	19
Figura 7: Esquema da malha TIC 02.....	19
Figura 8: Esquema malha de temperatura TIC03.....	19
Figura 9: Esquema malha TIC 02 em cascata com FIC 01	20
Figura 10: Antes do protocolo OPC.....	21
Figura 11: Após o protocolo OPC.....	21
Figura 12:Diagrama comunicação OPC.....	22
Figura 13: Estrutura da Rede.....	24
Figura 14: Quadro de Tag's	26
Figura 15: Disposição das telas	26
Figura 16: Quadro de propriedades	27
Figura 17: Representação da planta do trocador de calor	27
Figura 18: Representação da tela principal.....	28
Figura 19: Gráficos de históricos.....	29
Figura 20: Quadro de comando ativado (direita) e desativado (esquerda).....	30
Figura 21: Tela de emergência	31
Figura 22: Tela controle de nível.....	32
Figura 23: Quadro de supervisão com todas as funcionalidades.....	33

Lista de tabelas

Tabela 1: Lista de Sensores.....	16
Tabela 2: Lista de atuadores.....	16
Tabela 3: Malhas de Controle	17
Tabela 4: Lista de Tag's tela principal.....	29
Tabela 5: Lista de Tag's da tela de gráficos	30

Sumário

1.	Introdução:	12
1.1.	Objetivos	14
1.2.	Organização do trabalho.....	14
2.	Fundamentação teórica:.....	14
2.1.	Trocador de calor	14
2.1.1.	Malha de nível (LIC 01):.....	17
2.1.2.	Malha de nível (LIC 02):.....	17
2.1.3.	Malha de vazão (FIC 01):.....	18
2.1.4.	Malha de temperatura (TIC 01):.....	18
2.1.5.	Malha de temperatura (TIC02):.....	19
2.1.6.	Malha de temperatura TIC 03	19
2.1.7.	Malha de temperatura TIC 02 em cascata com FIC 01:.....	20
2.2.	Protocolos de comunicação:.....	20
2.2.1.	Padrão OPC:.....	20
2.2.2.	WirelessHART:.....	22
3.	Desenvolvimento da solução:.....	24
3.1.	Elipse E3	24
3.2.	Cliente OPC DA.....	25
3.3.	Quadro.....	26
3.4.	Telas	26
3.5.	Telas primárias:	27
3.5.1.	Tela principal:	27
3.5.2.	Tela de Gráficos	29
3.5.3.	Tela de comando	30
3.6.	Telas Secundárias:.....	31
3.6.1.	Tela de emergência.....	31
3.6.2.	Tela da Malha Controle LIC 01	31
3.7.	Funcionalidades.....	32
4.	Conclusão:.....	33
5.	Referências.....	34

1. Introdução

Atualmente na vida moderna conceitos como sustentabilidade, eficiência energética, otimização de processos e produtividade, motivam e direcionam cadeias produtivas desde produtos a serviços. Esta motivação é transparecida ao público pelo marketing, de forma a tornar-se um diferencial dentro do mundo globalizado e concorrido da atualidade.

Além de tornar um diferencial para o público que adere aos produtos ou serviços, estes conceitos são interessantes pois reduzem custos, aumentando os lucros e agregando benefícios sociais, com redução de trabalho manual, repetitivo e redução de trabalhos perigosos.

Silveira (2013) cita que para agregar todos estes conceitos, surge a automação, esta tem como objetivo principal criar mecanismos capazes de produzir o melhor serviço ou produto de forma que tenhamos o menor custo. Para isto necessita-se que a automação possua princípios que busquem:

- Melhorar a produtividade;
- Melhorar as condições de trabalho, eliminando trabalhos perigosos aumentando assim a segurança;
- Realizar operações de difícil controle intelectual ou manual;
- Melhoria na disponibilidade de produtos;
- Simplificação na operação e manutenção, de forma que operadores não necessitem ter grande expertise ao atuar sobre o processo.

Ainda segundo Silveira (2013) uma solução de automação pode ser dividida em duas partes uma parte operacional e uma parte de controle. A parte operacional representa a mobilidade do sistema que atua sobre o processo, contendo assim todos os elementos que permitem que o sistema mova para a realização da operação. São exemplos de elementos que compõe esta etapa dispositivos de acionamento e pré acionamento como: motores, cilindros, compensadores, válvulas e pistões. Também pode-se citar dispositivos de detecção como sensores em geral.

A parte de controle representa a parte programável do sistema geralmente implementada com CLP, mas antes do surgimento da microeletrônica, tal procedimento lógico era realizado com relés eletromagnéticos, temporizadores e módulos lógicos. Mas os processos naturalmente se tornaram mais complexos devido ao avanço da tecnologia e a necessidade de otimização tornou tal insuficiente propiciando o surgimento da utilização de computadores industriais para a realização deste controle (SILVEIRA, 2013).

Concluimos que dentro de uma solução de automação é necessário fornecer ao processo, elementos que sejam capazes de tomar decisões, elementos que obtenham informações sobre grandezas específicas dentro do processo e equipamentos que promovam modificação sobre grandezas mensuradas anteriormente. Dessa forma é

necessário a utilização de controladores lógico programáveis (CLP's), microcontroladores ou outros dispositivos que desempenhem funções semelhantes.

Para obter informações dentro do processo deve utilizar de sensores. Estes dispositivos desempenham uma função de extrema importância, já que os mesmos têm a capacidade de converter uma grandeza física em elétrica à qual será recebida pelo controlador. Para prover modificações no meio físico do processo é necessária a utilização de atuadores, que são dispositivos que convertem sinais elétricos em grandezas físicas, dentre estas são comumente utilizados são calor, força e torque.

Como a automação está cada vez mais presente na indústria, inclusive favorecendo surgimento de um novo conceito o de "Indústria 4.0", isto faz com que cada vez mais processos complexos comecem a ser automatizados e torne-se necessário o acompanhamento do processo incluindo informações em tempo real acerca de grandezas físicas e também do estado dos atuadores que compõe o processo, de uma forma que torne a interpretação destas informações de maneira simples e eficaz.

Sistemas que monitoram e tem influência sobre um processo, são conhecidos como sistemas de supervisão e aquisição de dados, que advém da sigla em inglês SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*). O principal objetivo é propiciar uma interface de alto nível para um operador que, o informe sobre variáveis do processo e eventos de importância. Segundo Vianna (2008) a utilização deste sistema promove uma série de vantagens que podem ser citadas:

- Redução nos custos de montagem e projetos de painéis de controle;
- Dados já disponíveis em formato eletrônico;
- Redução no espaço necessário para a sala de controle;
- Praticidade na operação.

Por estes e outros motivos, sistemas SCADA tem sido procurado por empreendedores que buscam inovar, atualizar suas indústrias ou processos criando assim um mercado a ser desenvolvido e explorado por engenheiros de todos países.

Uma das principais atividades que acompanham este processo industrial é o resfriamento de fluídos, o qual é realizado sob estruturas mecânicas denominadas de trocadores de calor, cujo a finalidade é transferir o calor de um fluído para outro de forma eficiente.

A planta em que o sistema SCADA será desenvolvido é um trocador de calor do tipo Casco-Tubos. Nesta planta o processo é dividido em dois ciclos, um denominado ciclo frio e o outro ciclo quente (Filho, 2018). Os fluídos entram em contato com uma barreira solida a qual é responsável por evitar uma mistura indevida e permitir uma transferência térmica (Barroso, 2014). Nesta planta estão presentes sensores que utilizam o padrão WirelessHART para o sistema de aquisição de dados e o padrão de comunicação OPC (Object Linking & Embedding for Process Control) para a comunicação com dispositivos de controle e aquisição de dados (Lima, 2014).

Dentre os serviços relacionados a automação industrial, os sistemas de supervisão apresentam-se como fator importante para a aplicação dos conceitos de sustentabilidade, eficiência energética, otimização de processos e produtividade. Estes sistemas fornecem

aos operadores, dados e informações pertinentes sobre o processo para atuar de forma rápida e eficiente. Isto torna possível um controle sobre custos e qualidade do produto, objetivos da indústria atual.

1.1. Objetivos

Nesta seção são descritos os objetivos do trabalho com o intuito de esclarecer as motivações utilizadas como base na busca pelos resultados.

Este Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo utilizar os conhecimentos aprendidos no ambiente acadêmico para projetar e desenvolver um sistema de Supervisão e Aquisição de Dados para a planta de troca de calor presente no Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Controle (LIEC), localizado na UFCG, Nisto será integrado a planta de troca de calor uma solução que possibilite, uma melhor visualização dos dados e controle mais ágil sobre o processo. Para isto são definidos objetivos específicos do sistema:

- Pesquisar sobre tecnologias disponíveis para o desenvolvimento de sistemas SCADA
- Validar a integração da solução com o servidor OPC
- Realizar o desenvolvimento de uma aplicação que seja intuitiva, atualizada e robusta, de tal forma que seja perceptível as vantagens da utilização deste sistema.

1.2. Organização do trabalho

Além deste capítulo, o trabalho está organizado da seguinte forma:

- Capítulo 2: Fundamentação Teórica. Neste capítulo são apresentados os conceitos relevantes para o entendimento do trabalho.
- Capítulo 3: Materiais e Métodos. Neste capítulo são apresentadas as tecnologias utilizadas e a metodologia adotada no projeto.
- Capítulo 4: Desenvolvimento/Resultados: Nesse capítulo são apresentados e discutidos os resultados do trabalho.
- Capítulo 6: Conclusão: Aqui são apresentadas as conclusões do trabalho.

Ao fim do documento são apresentados as referências e os anexos.

2. Fundamentação teórica

Este capítulo apresenta os principais conceitos e fundamentos envolvidos para o desenvolvimento do sistema proposto, no intuito de fornecer embasamento teórico ao que será exposto posteriormente, aqui é exposto o funcionamento do trocador de calor, do protocolo de comunicação OPC DA e sobre o software utilizado para o desenvolvimento do sistema SCADA.

2.1. Trocador de calor

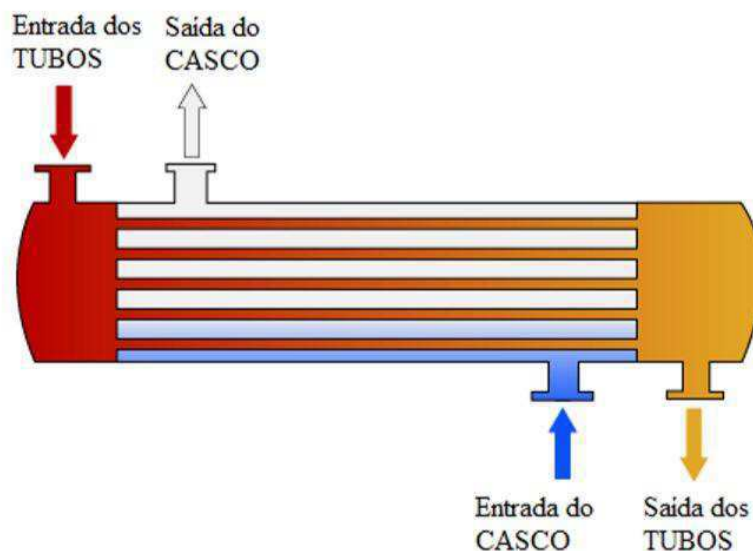
A planta didática em questão foi desenvolvida pela equipe do laboratório de instrumentação e controle, composta pelos hoje professores do departamento de engenharia elétrica Rafael B. C. Lima, Henrique C. Barroso e Péricles R. Barros. Segundo os mesmos, módulo didático desenvolvido busca integrar conhecimentos práticos e teóricos em disciplinas do curso de engenharia de controle e automação, propiciando

ambientes de testes para ensino e pesquisa de forma que seja o mais semelhante possível ao chão de fábrica industrial.

Trocadores de calor são estruturas mecânicas cuja finalidade é transferir calor de um fluido para outro de forma eficiente. Normalmente os fluidos não se misturam, sendo separados por uma barreira sólida. Tais dispositivos são empregados em inúmeras aplicações, tanto industriais como residenciais, por exemplo, condicionadores de ar, radiadores automotivos, termoelétricas, plantas químicas, refinarias de petróleo, indústrias alimentícias (LIMA, BARROSO e BARROS, 2014).

Devido a vasta importância destes mecanismos, há uma certa quantidade de modelos para trocadores de calor, dentre estes há o modelo Casco-Tubos. Neste modelo o trocador consiste, resumidamente, de um casco cilíndrico que contém tubos em seu interior. Um dos fluidos de trabalho escoam pelo casco e o outro fluido, pelos tubos do feixe. A troca térmica é realizada através das paredes dos tubos. Os componentes principais deste equipamento são o casco, o feixe de tubos e os cabeçotes de entrada e retorno (Souza, 2013). Que podem ser visualizados na figura abaixo.

Figura 1: Trocador de calor tipo Casco-Tubos



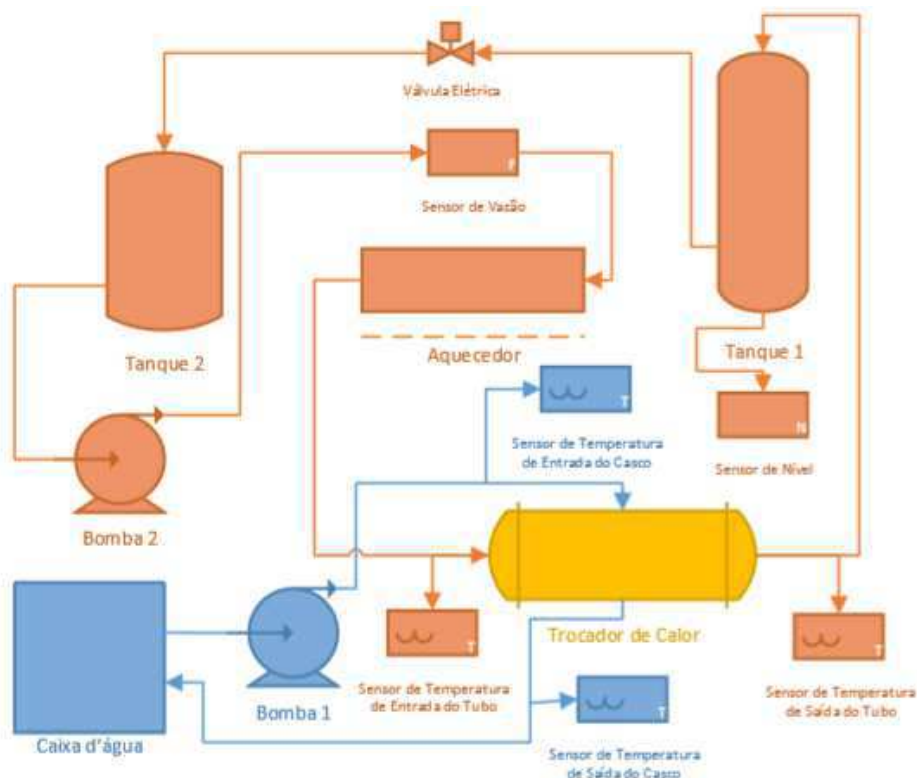
Fonte: (LIMA, BARROSO e BARROS, 2014)

Para esta planta foi implementado o aquecimento de um fluido e o resfriamento deste em um reservatório à temperatura ambiente, para o sistema que contém o fluido em temperatura mais alta foi chamado de ciclo quente e para o sistema que contém o fluido em temperatura menor pôs-se o nome de ciclo frio, neste processo pode-se utilizar quais quer tipo de fluidos desde que:

- Temperatura máxima não seja maior que a suportada pelo reservatório.
- Não seja um material corrosivo ou abrasivo para as paredes do tubo ou casco.

Por simplicidade foi proposto pela equipe de professores no projeto da planta que o fluido fosse água, na figura abaixo é apresentado o esquema completo do trocador, nele pode ser notado a presença de 6 sensores e 4 atuadores apresentado nas tabelas 1 e 2.

Figura 2: Esquema da planta



Fonte: (Sousa, 2017)

Tabela 1: Lista de Sensores

Sensores	
Tipo	Unidade
Vazão	L/min
Sensor de nível	mmCA
Temperatura entrada casco	°C
Temperatura saída casco	°C
Temperatura entrada tubo	°C
Temperatura saída tubo	°C

Fonte: Autor

Tabela 2: Lista de atuadores

Atuadores	
Tipo	Variável manipulável
Bomba 1	Frequência (Hz)
Bomba 2	Frequência (Hz)
Válvula	Abertura (%)
Aquecedor	Resistencia (%PWM)

Fonte: Autor

Com esta quantidade de sensores e atuadores diversas malhas de controle podem ser implementadas, mas certas malhas fazem mais sentido prático a sua implementação, as malhas desenvolvidas e aplicadas à planta são apresentadas na tabela 3.

Tabela 3: Malhas de Controle

MALHAS DE CONTROLE	
LIC 01	Malha de nível
LIC 02	Malha de nível
TIC 01	Malha de temperatura
TIC 02	Malha de temperatura
FIC 01	Malha de vazão
TIC 03	Malha de temperatura
TIC 02 CASCATA FIC01	Malha de temperatura em função do nível

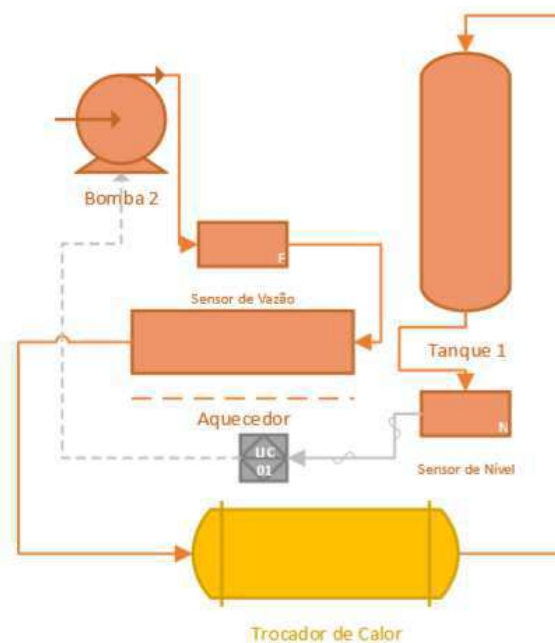
Fonte: Autor

Abaixo serão apresentados detalhes sobre cada uma das malhas apresentadas anteriormente.

2.1.1. Malha de nível (LIC 01)

Esta malha busca manter o nível do reservatório em um *Setpoint*, atuando sobre a frequência da bomba 2, nesta malha é possível modificar valores de abertura da válvula. A figura abaixo apresenta uma representação da configuração da malha.

Figura 3: Esquema da malha LIC 01

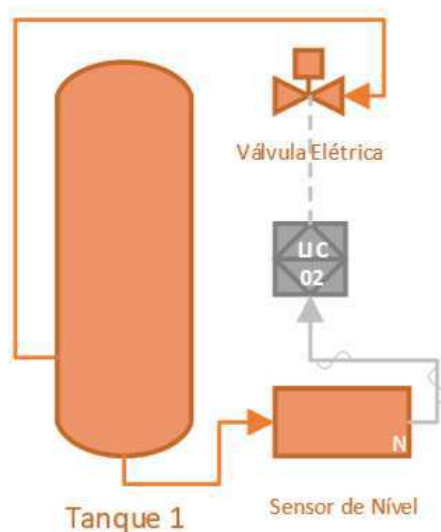


Fonte: (Souza, 2017)

2.1.2. Malha de nível (LIC 02)

Esta malha busca manter o nível do tanque em um *Setpoint*, atuando sobre a abertura da válvula, nesta malha é possível atuar sobre a frequência da bomba 2 e modificar os parâmetros do controlador PID. Na figura abaixo é apresentado o esquema da malha de nível LIC 02.

Figura 4: Esquema da malha LIC 02

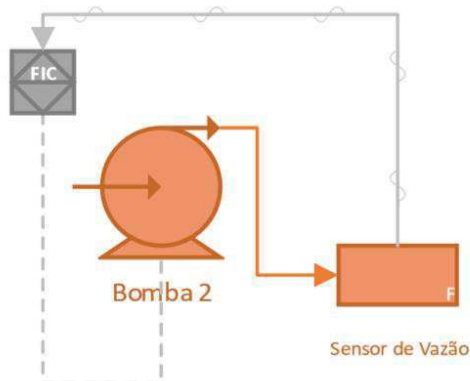


Fonte: (Souza, 2017)

2.1.3. Malha de vazão (FIC 01)

Esta malha tem como objetivo manter a vazão em uma referência atuando sobre a frequência da bomba 2, nesta malha é possível acionar e desligar a bomba 2 e modificar os parâmetros do controlador PID. Na figura abaixo é apresentado o esquema da malha de vazão FIC 01.

Figura 5: Esquema da malha FIC 01

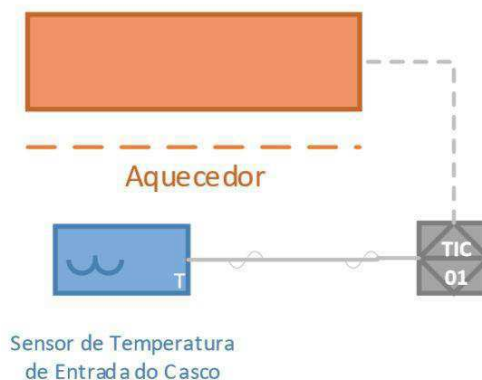


Fonte: (Souza, 2017)

2.1.4. Malha de temperatura (TIC 01)

Nesta malha, a temperatura do fluido na entrada do casco é mantida em uma referência atuando sobre o PWM que alimenta a resistência do aquecedor, nesta malha é possível modificar parâmetros da frequência da bomba 2 e os parâmetros do controlador PID. A figura abaixo apresenta o esquema da malha de temperatura TIC 01.

Figura 6: Esquema da malha TIC 01

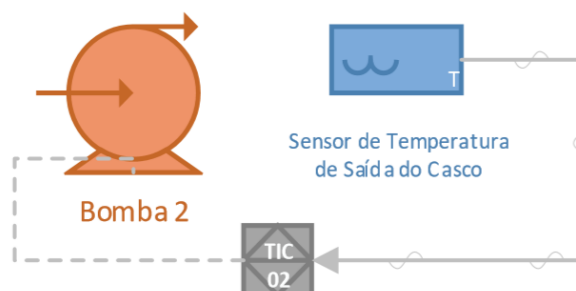


Fonte: (Souza, 2017)

2.1.5. Malha de temperatura (TIC02)

Nesta malha a temperatura de saída do casco é mantida em uma referência, para isto atua-se sobre frequência da bomba 2. Nesta malha é possível modificar os parâmetros do controlador PID, a abertura da válvula e acionamento da bomba 2. A figura abaixo apresenta o esquema da malha de temperatura TIC 02.

Figura 7: Esquema da malha TIC 02

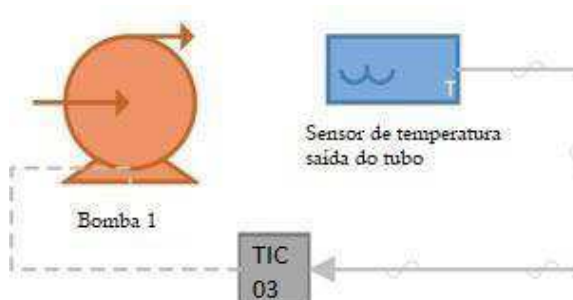


Fonte: (Souza, 2017)

2.1.6. Malha de temperatura TIC 03

Nesta malha a temperatura de saída do tubo é mantida em uma referência, para isto atua-se sobre frequência da bomba 1. Nesta malha é possível modificar os parâmetros do controlador PID, a abertura da válvula e acionamento da bomba 1. A figura abaixo apresenta o esquema da malha de temperatura TIC 03.

Figura 8: Esquema malha de temperatura TIC03

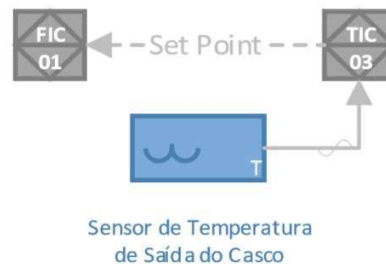


Fonte: (Autor)

2.1.7. Malha de temperatura TIC 02 em cascata com FIC 01

Esta malha modifica a referência da malha de vazão FIC 01 de forma que mantenha a temperatura de saída do casco em um *Setpoint*, outros parâmetros podem ser modificados nesta malha são eles, abertura da válvula 1, ganhos do controlador PID e é apresentado a vazão do tubo. E o esquema da malha pode ser visto na figura abaixo:

Figura 9: Esquema malha TIC 02 em cascata com FIC 01



Fonte: (Souza, 2017)

Apresentadas todas as malhas de controle pode ser notado que a leitura dos sensores deve ser encaminhada para um controlador para a implementação das técnicas de controle e envio dos sinais de comandos para os atuadores. Para isto é utilizado o protocolo de comunicação.

2.2. Protocolos de comunicação

Sistemas de comunicação em meios industriais devem prover de características como confiabilidade e longevidade para isto é necessário a inserção de meios que propiciem estas características, dentre um aglomerado de protocolos pode-se citar o OPC e o protocolo *WirelessHART*. Estes foram aplicados para a comunicação dos sensores, atuadores, controladores e computadores. Abaixo é descrito o funcionamento e características de ambos os métodos.

2.2.1. Padrão OPC

Para tornar possível e prática a integração de equipamentos de campo, sistemas de controle e softwares de gerenciamento, que se utilizam da plataforma Windows, foi desenvolvido, pela OPC Foundation, o protocolo OPC, que no início era reconhecido como OLE (*Object Linking and Embedding*) para controle de processos (Carvalho, 2008). A tecnologia OPC é considerada o padrão de interoperabilidade para o intercâmbio de dados seguro e confiável no espaço de automação industrial, em diversos tipos de indústrias. É de responsabilidade de OPC Foundation a gestão e aprimoramento deste padrão de comunicação (Andrade, Coelho, Junior, Quintino e Piazza, 2016).

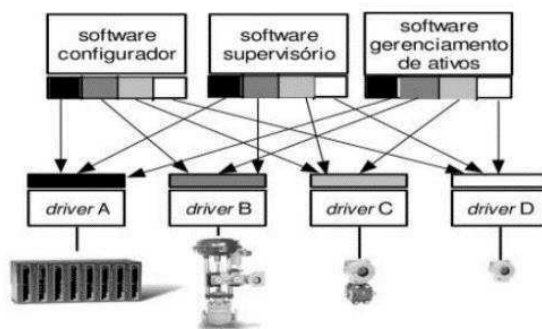
OLE consiste em um conjunto de parâmetros que delineiam a constituição de documentos elaborados pela *Microsoft Corporation*, possibilitando a criação de documentos a partir de fontes diversas de informações. Esse protocolo é suportado pelos sistemas operacionais da *Microsoft*. (Andrade; Coelho; Junior; Quintino e Piazza, 2016).

O modelo de desenvolvimento OPC foi motivado por conta da dificuldade de compartilhamento de um grande volume de informações entre os diversos níveis industriais existentes. O objetivo fundamental da citada tecnologia é proporcionar uma

única infraestrutura, em que a informação possa ser universalmente compartilhada (Souza, 1998). Devido ao fato de criar uma camada única e uniformizada, o OPC possibilita o fluxo de comunicação entre os dispositivos e sistemas, permitindo a fácil integração de diversos softwares e hardwares, desde um simples instrumento de campo até os sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*) (Andrade; Coelho; Junior; Quintino e Piazza, 2016).

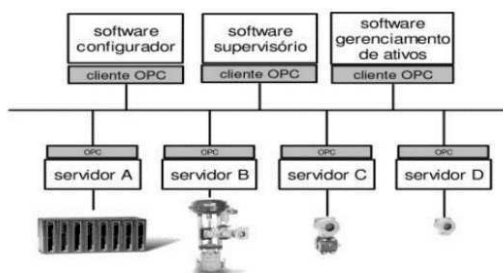
As figuras 9 e 10 apresentam esquemas de antes e depois da inserção do protocolo OPC no meio industrial, percebe-se o uso proprietário de drivers para cada interface de comunicação, seja o sistema supervisório ou software de gerenciamento de ativos, dificultando assim a transferência de informação. Já na figura 10 é percebido que a tecnologia OPC possibilita acessar dados de diversos tipos de fabricantes através do mesmo método, oferecendo ao usuário final a opção de escolher os equipamentos independentemente da disponibilidade de drivers de comunicação próprios para este (Duarte, 2006).

Figura 10: Antes do protocolo OPC



Fonte: (Duarte, 2016)

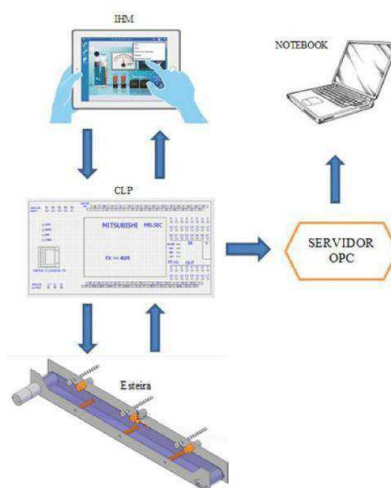
Figura 11: Após o protocolo OPC



Fonte: (Duarte, 2016)

OPC é um tecnologia cliente-servidor com aceitação ampla na esfera industrial, pois possibilita que os dados das variáveis obtidos pelos dispositivos sejam acessados e monitorados por diversos clientes ao mesmo tempo, em estações locais ou remotas de trabalho, como pode é apresentado na figura abaixo.

Figura 12: Diagrama comunicação OPC



Fonte (Duarte, 2016)

2.2.2. WirelessHART:

Este protocolo foi utilizado para a transmissão dos dados dos sensores para o controlador, este é um acréscimo do protocolo *HART* já que este promove um sistema robusto, utilizado em uma série de aplicações e de acordo com artigos da *Smar* automação industrial uma série de vantagens como:

- Comprovado na prática, projeto simples, fácil operação e manutenção.
- Compatível com a instrumentação analógica;
- Sinal analógico e comunicação digital;
- Opção de comunicação ponto-a-ponto ou *multidrop*;
- Flexível acesso de dados usando-se até dois mestres;
- Suporta equipamentos multivariáveis;
- 500ms de tempo de resposta (com até duas transações);
- Protocolo totalmente aberto.

Neste protocolo são encontrados especificações e requisitos, que denotam a sua flexibilidade de aplicação e sua robustez, também de acordo com artigos da *Smar* Automação Industrial estas características são:

- Categorias de equipamentos;
- Linguagem de descrição de equipamentos (*EDDL*) para integração nos sistemas de automação;
- Ferramentas com versatilidade e flexibilidade de configuração;
- Parametrização, calibração e até mesmo técnicas de aplicação;
- Utilização do padrão 4-20mA para a comunicação digital.

Segundo (LIMA; BARROSO e BARROS, 2014) este protocolo é pioneiro e se destaca em algumas características, sendo elas simplicidade, confiabilidade e segurança, ele também define que:

Simplicidade: Soluções que utilizam desta tecnologia são robustas e de simples implementação já que *WirelessHART* possui total compatibilidade com dispositivos

HART, os quais já possuem bastante credibilidade no mercado, que possuem como características:

- Facilidade de Instalação e Commissionamento;
- Múltiplas opções de alimentação;
- Redução de custos de instalação e fiação elétrica;
- Coexistência com redes sem fio baseadas em outras tecnologias;
- Suporte a topologias em estrela e em malha (*mesh*);
- Autorganização e auto-recuperação;
- Ajusta-se a novos instrumentos adicionados.

Confiabilidade: Instalações industriais proporcionam vários obstáculos para dispositivos de comunicação, dentre vários pode-se citar, frequentes movimentações de grandes equipamentos, condições em constante mudança ou muitas fontes de interferência eletromagnética ou de radiofrequência. A tecnologia *WirelessHART* inclui diversos recursos que proporcionam 99,9% de confiabilidade integrada de ponta a ponta em todos os ambientes industriais:

- Rádios em conformidade com o padrão IEEE 802.15.4-2006;
- Faixa de frequência de 2,4 GHz isenta de licença;
- “Alternância” entre canais de frequência para evitar interferências;
- Testes de avaliação de canais livres para os canais disponíveis;
- Criação de lista negra para evitar canais já utilizados;
- Monitora a degradação de caminhos e se auto-recupera.
- Encontra caminhos alternativos para contornar obstruções
- Rede *mesh* e múltiplos pontos de acesso

Segurança: A tecnologia *WirelessHART* deve empregar medidas de segurança sólidas para proteger a rede e preservar os dados em todos os momentos. Para isto utiliza medidas que incluem as mais recentes técnicas de segurança para proporcionar os mais altos níveis de proteção disponíveis, sendo estas características:

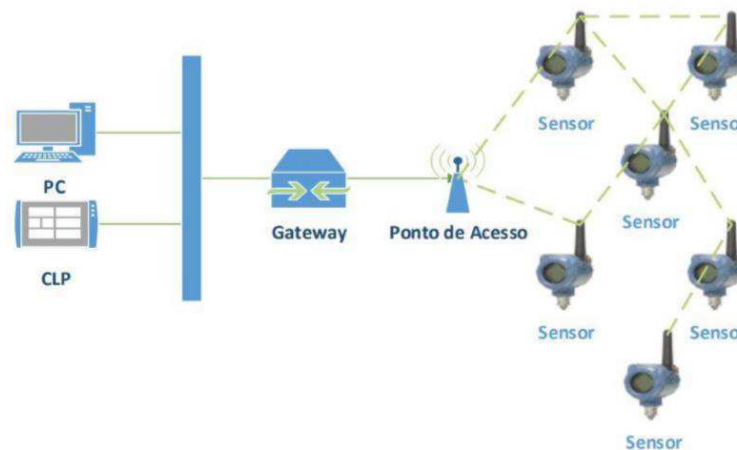
- Criptografia AES de 128 bits padrão;
- Chave de criptografia exclusiva para cada mensagem;
- Integridade de dados e autenticação de dispositivos;
- Alternância de chaves de criptografia utilizadas para acessar a rede;
- Alternância entre de canais (de frequência);
- Múltiplos níveis de chaves de segurança para acesso;
- Indicação de tentativas de acesso fracassadas;
- Notificação de falhas na integridade de mensagens;
- Notificação de falhas de autenticação;
- Segurança à ataques de internet do tipo Wi-Fi.

Segundo (Filho, 218). Este padrão é composto por 3 componentes principais sendo estes o gerenciador de rede, dispositivos de campo sem fio e Gateways, operando em 2.4 GHz ISM band utilizando o padrão IEEE 802.15, estes 3 componentes foram descritos no artigo. Sendo:

- **Dispositivos de campo sem fio:** São dispositivos conectados ao processo ou equipamentos da planta, providos da tecnologia *WirelessHart* de fabrica ou por meio de um adaptador acoplado a um dispositivo HART. Estes dispositivos na malha da rede podem servir de rota de mensagens de outros dispositivos, ou seja, encaminhar sua mensagem para o dispositivo mais próximo. Isso estende a abrangência da rede e fornece uma rota de comunicação redundante, aumentando a confiabilidade.
- **Gateways:** Conectam dispositivos a uma rede.
- **Gerenciador de Rede:** É o responsável por gerenciar a rede, mapeando a melhor rota dentro da malha e coordenando a comunicação entre os dispositivos, também é responsável pelo monitoramento da saúde da rede. Para fazer isto determina as rotas redundantes com base na latência, na eficiência e na confiabilidade. As mensagens circulam continuamente pelos caminhos redundantes. Assim, quando uma mensagem não atinge seu destino por um caminho, ela é automaticamente roteada novamente através de um caminho conhecido e redundante, sem que haja perda de dados.

Na planta trocador de calor são encontrados: 1 Gateway; 1 Ponto de acesso e 6 Sensores *WirelessHART*. A figura abaixo representa a distribuição dos dispositivos:

Figura 13: Estrutura da Rede



Fonte (Assis, 2015)

3. Desenvolvimento da solução

Nesta seção serão apresentadas as etapas para o desenvolvimento da solução.

3.1. Elipse E3

O software SCADA escolhido para o projeto foi o Elipse E3 da *Elipse Software*, o qual oferece um avançado modelo de objetos e uma ótima interface gráfica. Apresenta uma arquitetura amigável que permite o rápido desenvolvimento de aplicações e grande conectividade com dispositivos e outros aplicativos. Esta concepção incorpora as mais

novas tecnologias em desenvolvimento de software, maximizando o desempenho, a produtividade e a qualidade de suas aplicações e do próprio processo, minimizando perdas e custos (Azevedo, 2013).

É uma plataforma IHM/SCADA para aplicações avançadas e distribuídas, ideal para sistemas de missão crítica e centros de controle. Líder no mercado brasileiro, o Elipse E3 é uma consagrada ferramenta para monitoramento e controle de processos, oferecendo escalabilidade e constante evolução para diversos tipos de aplicações, desde simples interfaces IHM até complexos centros de operação em tempo real (*Elipse Software*, 2019).

De acordo com informações fornecidas pelo fabricante o software proporciona benefícios e possui características especificadas abaixo.

Benefícios

- Conexão com a maioria dos equipamentos (PLC's, remotas, concentradores de dados) de mercado
- Redução no tempo de desenvolvimento e manutenção, através da padronização das aplicações com o uso de bibliotecas
- Integração com sistemas corporativos e de gestão
- Retorno rápido e duradouro do investimento
- Parte de uma plataforma integrada de monitoramento e gestão, incluindo a operação de sistema elétrico (*Elipse Power®*) e gerenciamento de informações de tempo real (*Elipse Plant Manager®*)

Principais Características:

- Multiusuários e multiprojetos: Permite editar e executar diversos projetos simultaneamente
- Redundância nativa com sincronismo de dados históricos e alarmes
- Bibliotecas de objetos gráficos e estruturas de dados reutilizáveis
- Editor de telas completo e poderoso
- Conexão nativa transparente entre servidores remotos
- Segurança e compactação na transmissão de dados
- Fácil gerenciamento da aplicação
- Grande flexibilidade na gestão de alarmes e eventos
- Poderosa ferramenta de scripts
- Acesso nativo a bancos de dados comerciais
- Ferramenta de logs, consultas e relatórios integrada
- OPC Classic e UA
- Integração com o *Windows Active Directory*

Escolhido o software, foi realizado a instalação e abertura do projeto do trocador de calor.

3.2. Cliente OPC DA

Foi inserido ao projeto um cliente do servidor OPC disponível na planta. Nesta etapa é possível selecionar as Tag's de interesse para o desenvolvimento da aplicação.

Figura 14: Quadro de Tag's

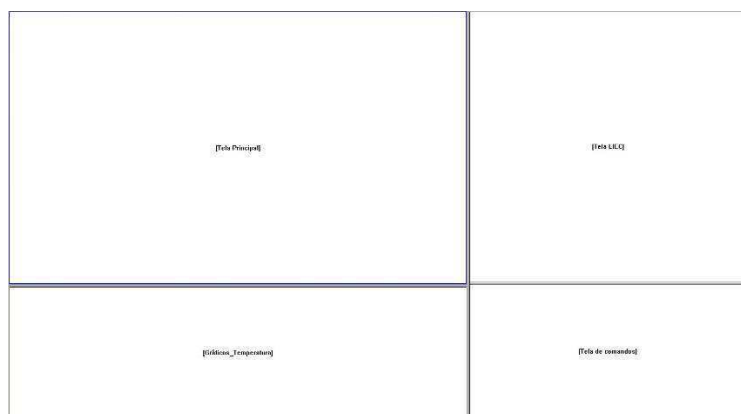
Nome	ID do Item	Var...	Valor	Qualidade	Estampa de tempo	Valor (sem escala)
DriverOPC1						
GrupoOPC1		1000				
Ativa_Bon	[Trocador_compact]Ativa_Bomb	g	0	192	09/12/2019 15:34:43,046 g	0
Ativa_Bon	[Trocador_compact]Ativa_Bomb	g	0	192	09/12/2019 15:34:43,046 g	0
Ctrl_Frequ	[Trocador_compact]Ctrl_Frequer	g	20	192	09/12/2019 15:34:43,046 g	20
Ctrl_Frequ	[Trocador_compact]Ctrl_Frequer	g	100	192	09/12/2019 15:34:43,046 g	100
Ctrl_Valvu	[Trocador_compact]Ctrl_Valvula	g	100	192	09/12/2019 15:34:43,046 g	100
Nom_Niv	[Trocador_compact]Nom_Nivel	g	0	192	09/12/2019 15:34:43,046 g	0
VazaoTut	[Trocador_compact]VazaoTubo	g	0,9459913	192	09/12/2019 15:34:43,015 g	0,9459913
Ativa_LIC	[Trocador_compact]Ativa_LIC01	g	0	192	09/12/2019 15:34:43,046 g	0
LIC01.KD	[Trocador_compact]LIC01.KD	g	1	192	09/12/2019 15:34:43,046 g	1
LIC01.KJ	[Trocador_compact]LIC01.KJ	g	1	192	09/12/2019 15:34:43,046 g	1
LIC01.KP	[Trocador_compact]LIC01.KP	g	4	192	09/12/2019 15:34:43,093 g	4
LIC01.MD	[Trocador_compact]LIC01.MD	g	0	192	09/12/2019 15:34:43,093 g	0
LIC01.SP	[Trocador_compact]LIC01.SP	g	300	192	09/12/2019 15:34:43,093 g	300
TempEntr	[Trocador_compact]TempEntrad	g	26,75034	192	09/12/2019 15:35:00,015 g	26,75034
TempEntr	[Trocador_compact]TempEntrad	g	26,84747	192	09/12/2019 15:34:57,015 g	26,84747
TempSaid	[Trocador_compact]TempSaida	g	26,8222	192	09/12/2019 15:34:59,015 g	26,8222
TempSaid	[Trocador_compact]TempSaida1	g	27,37631	192	09/12/2019 15:34:58,015 g	27,37631
Tela_Eme	[Trocador_compact]Tela_Emergi	g	0	192	09/12/2019 15:34:43,093 g	0
Ctrl_Aquec	[Trocador_compact]Ctrl_Aquecin	g	0	192	09/12/2019 15:34:43,093 g	0
Ativa_Aqu	[Trocador_compact]Ativa_Aquec	g	0	192	09/12/2019 15:34:43,093 g	0

Fonte: Autor

3.3. Quadro

Foi inserido ao projeto um quadro, o qual tem a função de dividir monitor em uma série de telas independentes, estas telas independentes são mostradas simultaneamente para o usuário e são atualizadas de forma independente.

Figura 15: Disposição das telas



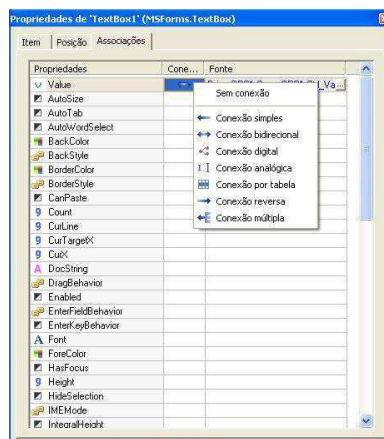
Fonte: Autor

3.4. Telas

Esta etapa decorre o desenvolvimento das telas do sistema SCADA, nela objetos são inseridos de forma que seus estados variam de acordo com a leitura dos sensores e estado dos atuadores. Para isto propriedades dos objetos devem ser conectadas a Tag's no cliente OPC. Esta ligação pode ser de várias maneiras, mas as utilizadas no projeto são direcional, bidirecional e digital.

- **Direcional:** O objeto recebe o valor contido na Tag.
- **Bidirecional:** O objeto recebe o valor contido na Tag e é capaz de escrever na Tag.
- **Digital:** O objeto recebe o valor booleano de uma Tag e de acordo com o valor verdadeiro ou falso é proposto 2 opções de configuração do parâmetro respectivo do objeto.

Figura 16: Quadro de propriedades



Fonte: Autor

3.5. Telas primárias

A seguir são apresentadas as telas que são exibidas na inicialização do sistema SCADA, sendo estas contempladas por Scripts e Eventos que inicializam e modificam as telas secundárias que serão apresentadas posteriormente.

3.5.1. Tela principal

Utilizando a modelagem 3D da planta feita por Claudio Vega Dourado Filho em seu período de estágio, foi retirada a figura abaixo, a qual está presente em todas as telas de malha controle, ela é sobreposta de objetos, que tem parâmetros modificados de acordo com o estado das Tag's associadas.

Figura 17: Representação da planta do trocador de calor



Fonte: Autor

Esta imagem foi inserida na tela principal, objetos foram sobrepostos de forma que se torne intuitivo, de leitura, interpretação rápida acerca dos valores obtidos pelos sensores e estado dos atuadores.

Na tela principal foram inseridos objetos de *Label*, *TextBox* e *Button*, criando assim 2 quadros, um de leitura dos sensores e outro que contém configuração dos atuadores. Possibilitando visualizar a leitura dos sensores:

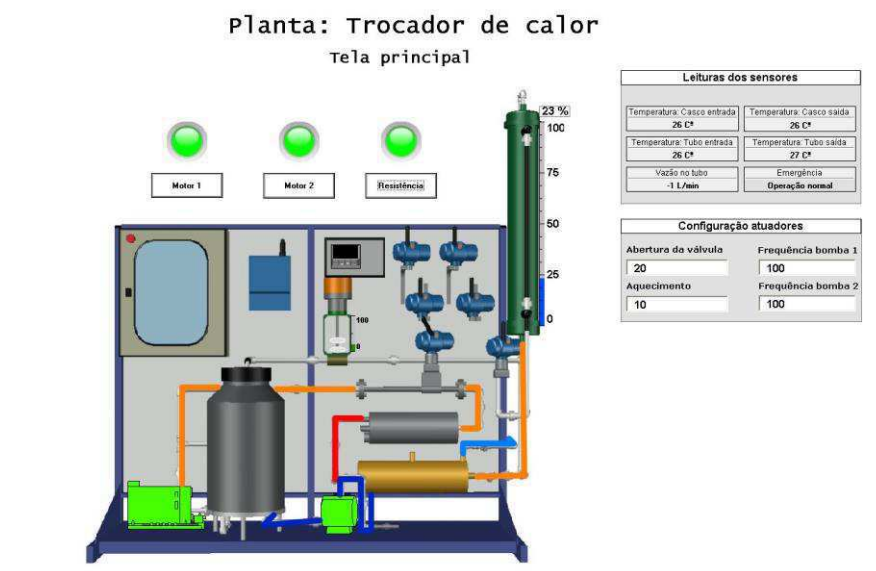
- Temperatura da entrada do casco;
- Temperatura de saída do casco;
- Temperatura de entrada do tubo;
- Temperatura de saída do tubo;
- Vazão do tubo;
- Nível do tanque.

E dos atuadores:

- Ligar/desligar para as bombas 1 e 2;
- Ajustar a frequência da bomba 1 e 2;
- Regular a abertura da válvula;
- Ajustar o valor do PWM da resistência de aquecimento.

Além de propriedades de objetos que proporcionam uma ligação visual forte ao estado dos dispositivos já citados, representação disponível na figura abaixo.

Figura 18: Representação da tela principal



Fonte: Autor

As Tag's utilizadas para o desenvolvimento da tela principal estão apresentadas na tabela abaixo.

Tabela 4: Lista de Tag's tela principal

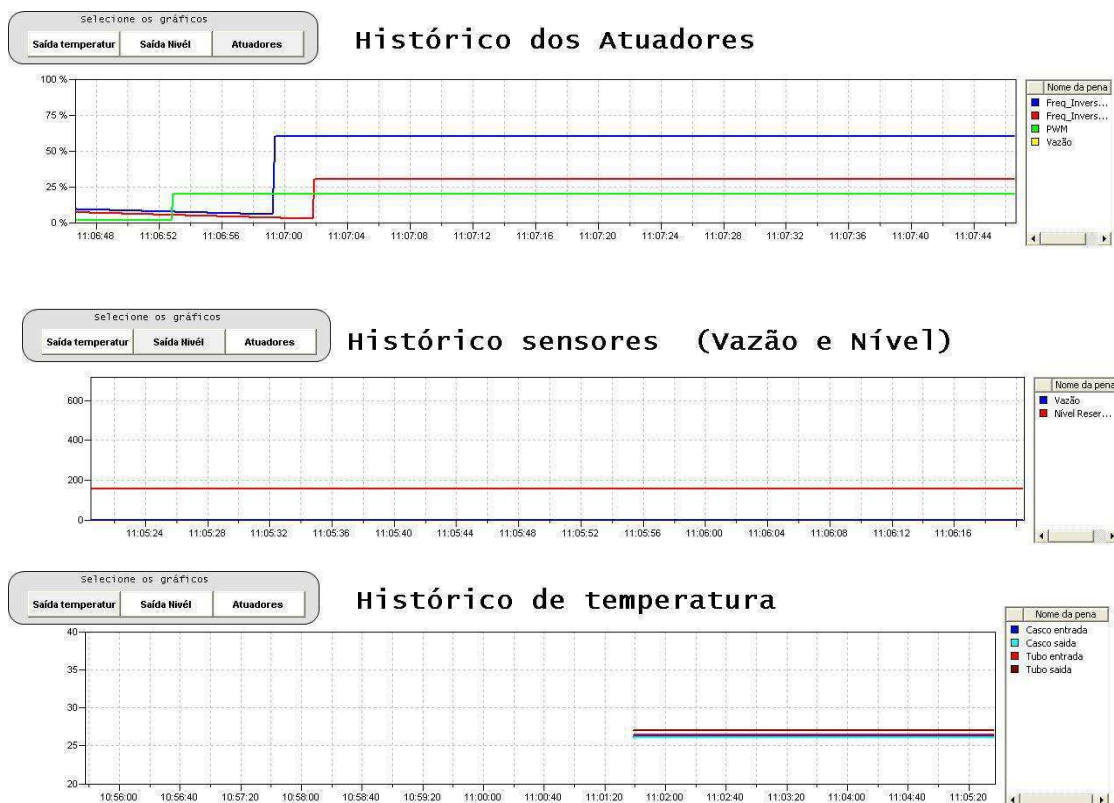
Tag	Descrição
Ativa_Bomba1	Ativa o inversor de frequência 1
Ativa_Bomba2	Ativa o inversor de frequência 2
Ativa_Resistencia	Habilita a resistência
Ctrl_Frequencia1	Ajusta o inversor de frequência 1
Ctrl_Frequencia2	Ajusta o inversor de frequência 2
Aux_Aquecimento	Ajusta o PWM que alimenta a resistência
TempEntradaCasco	Retorna a temperatura do fluido presente na entrada do casco
TempSaidaCasco	Retorna a temperatura do fluido presente na saída do casco
TempEntradaTubo	Retorna a temperatura do fluido presente na entrada do tubo
TempSaidaTubo	Retorna a temperatura do fluido presente na saída do tubo
Tela_Emergencia	Gatilho de emergência
Ctrl_Valvula	Ajusta a abertura da válvula
Norm_Nivel	Retorna o nível do reservatório parametrizado

Fonte: Autor

3.5.2. Tela de Gráficos

É a que apresenta os gráficos dispostos em 3 abas onde uma apresenta a leitura dos sensores de temperatura, uma que apresenta estado dos atuadores mostrando as frequências das bombas 1 e 2 e outra aba que apresenta os valores de vazão e nível do tanque, telas representadas na figura abaixo.

Figura 19: Gráficos de históricos



Fonte: Autor

As Tag's utilizadas para o desenvolvimento da tela de gráficos estão apresentadas na tabela abaixo.

Tabela 5: Lista de Tag's da tela de gráficos

Tag	Descrição
Ctrl_Frequencia1	Ajusta o inversor de frequência 1
Ctrl_Frequencia2	Ajusta o inversor de frequência 2
Aux_Aquecimento	Ajusta o PWM que alimenta a resistência
TempEntradaCasco	Retorna a temperatura do fluido presente na entrada do casco
TempSaidaCasco	Retorna a temperatura do fluido presente na saída do casco
TempEntradaTubo	Retorna a temperatura do fluido presente na entrada do tubo
TempSaidaTubo	Retorna a temperatura do fluido presente na saída do tubo

Fonte: Autor

3.5.3. Tela de comando

Nesta tela são apresentadas as malhas de controle e botões que possibilitem ativar/desativar cada malha de controle e sinais visuais ligados ao estado de habilitação da malha, é possível clicar sobre os label's e migrar para outra tela, esta que é a tela de configuração da malha. A figura abaixo representa a tela de comando.

Figura 20: Quadro de comando ativado (direita) e desativado (esquerda)



Fonte: Autor

As Tag's utilizadas para o desenvolvimento da tela de comandos estão apresentadas na tabela abaixo.

Tag	Descrição
Ativa_TIC01	Habilita a malha de temperatura TIC01
Ativa_TIC02	Habilita a malha de temperatura TIC02
Ativa_LIC01	Habilita a malha de nível LIC01
Ativa_LIC02	Habilita a malha de nível LIC02
Ativa_FIC01	Habilita a malha de vazão FIC01
Ativa_TIC03	Habilita a malha de temperatura TIC03
Ativa_TIC_LIC	Habilita a malha de temperatura TIC_LIC

Fonte: Autor

Uma observação deve ser feita na figura N, os botões com a referência “desabilitado” segue-se pelo motivo do desenvolvimento do sistema SCADA presente neste trabalho ter sido feito numa versão de demonstração do *Eclipse E3*, o qual limita em 20 a quantidade de Tag’s presentes no projeto, logo estas malhas não podem ser habilitadas com exceção da malha **LIC-01** que possui todas funcionalidades ativas. Mas todas as telas foram implementadas como serão apresentadas nas secções que se seguem.

3.6. Telas Secundárias

Estas são inicializadas e substituem as telas primárias quando há um comando do operador ou algum evento aconteça.

3.6.1. Tela de emergência

Esta tela é inicializada quando o evento de emergência ocorre, evento que possui gatilho nos dispositivos que garantem a segurança e operação normal da planta. A Tag associada ao evento é a Tag “**Tela_Emergência**”, esta substitui a tela “**LIEC**” a qual está localizada no canto superior direito. As figuras abaixo representam a tela em operação.

Figura 21: Tela de emergência

ALERTA



Fonte: Autor

3.6.2. Tela da Malha Controle LIC 01

Esta tela é inicializada quando o evento de clic associado ao *Label* que contém “Malha LIC - 01” é ativado. Na janela fica visível a variável manipulada (MV), frequência da bomba 2, e a variável de processo (PV) que é o nível do tanque. Para esta janela foram escolhidos os seguintes botões:


- Botão de ativação do controle que ativa ou desativa o controle LIC-01;
- *TextBox* associadas aos parâmetros: Ganho proporcional (*KP*), Ganho integral (*KI*), Ganho derivativo (*KD*) e o *Setpoint* (*SP*).

- Botão para ligar e desligar a bomba 2 a qualquer momento;
- Botão para abrir ou fechar a malha;
- Botão para uma janela secundária “Tela gráficos Malha LIC-01” com gráficos onde é possível observar os gráficos da MV, PV e Setpoint;
- Botão para ajustar a abertura da válvula;
- Botão Retornar a tela de comandos.

A figura que representa a tela pode ser vista abaixo.

Figura 22: Tela controle de nível

**Comandos: Controle de nível
LIC - 01**



Configurar parâmetros

kp

kd

ki

Set point

Abertura da valvula

Fonte: Autor

As Tag's utilizadas para o desenvolvimento da tela de comandos estão apresentadas na tabela abaixo.

Tag	Descrição
Ativa_Bomba2	Ativa o inversor de frequência 2
Ativa_LIC01	Habilita a resistência
Ctrl_Frequencia2	Ajusta o inversor de frequência 2
Ctrl_Valvua	Ajusta a abertura da válvula
LIC01.MO	Abre ou Fecha a Malha
LIC01.SP	Ajusta Setpoint
LIC01.KP	Ajusta o Ganho Proporcional
LIC01.KI	Ajusta o Ganho Integral
LIC01.KD	Ajusta o Ganho Derivativo

Fonte: Autor

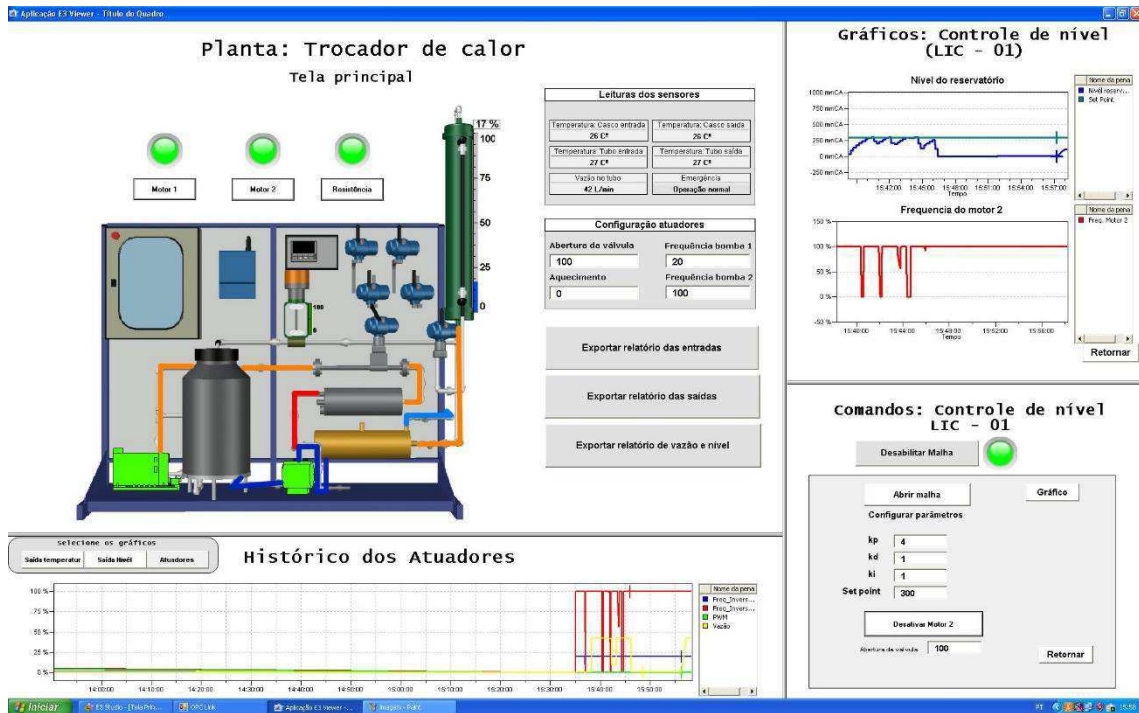
3.7. Funcionalidades

Para o sistema SCADA foi desenvolvido um sistema de banco de dados que armazena todos os valores obtidos durante a comunicação com a planta. Estes valores são acessados por meio dos gráficos apresentados em tela e também podem ser exportados para um arquivo PDF ou um arquivo Excel, o diretório de destino dos arquivos é c:"relatoriox". No qual relatório1 apresenta o histórico das entradas, relatório2 apresenta o histórico das saídas e o relatório3 apresenta o histórico de leitura dos sensores de vazão e nível, estas

funcionalidades são muito importantes para o desenvolvimento de estudos sobre o controle da planta e para a melhoria de processos industriais.

A figura abaixo mostra a compilação do supervisório na qual pode ser identificado o sistema explicitado acima.

Figura 23: Quadro de supervisão com todas as funcionalidades



Fonte: Autor

4. Conclusão:

O desenvolvimento do presente trabalho objetivou a aplicação de um software amplamente utilizado na indústria o Elipse E3 para o desenvolvimento de uma IHM que possibilitasse atuar sobre uma planta de troca de calor, esta representa um dos mais comuns processos industriais. Com o desenvolvimento do sistema SCADA para computador é possibilitado uma série de novas funcionalidades e atuação de forma mais rápida sobre a planta. Um leque de novos conteúdos necessitou ser absorvido pelo aluno para tal desenvolvimento.

As funcionalidades de exportar dados, imprimir relatórios e histórico nos gráficos apresentados em tela são um diferencial do trabalho mostrando a alta aplicabilidade do sistema na indústria, para um melhor desempenho do sistema e estudo de caso para avanços nos processos produtivos.

Para aplicações acadêmicas o tal sistema pode ser adotado para estudos de controle de malha, obtenção das funções de transferências dos sistemas além da aplicabilidade do estudo do software em disciplinas que adotam o desenvolvimento de IHM's em seus laboratórios.

Para trabalhos futuros é proposto o avanço em desenvolvimento da interface utilizando a programação em Visual Basic em blocos gráficos disponibilizados no

software como exemplo: Para abrir telas de confirmação, escolha de seleção e desta forma tornar mais conciso e consistente o desempenho do supervisório.

5. Referências

- I. KRETZER, P.; AZEVEDO, C. Desenvolvimento de um sistema supervisório e lógicas de CLP no ambiente de Geração de Energia. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2013.
- II. COELHO, M. T.; COELHO JUNIOR, E. M.; QUINTINO, L. F.; PIAZZA, C. A. D.; ANDRADE, A. A. A Evolução das Tecnologias OPC como Subsídio Para as Fábricas Inteligentes. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/309156113_A_EVOLUCAO_DAS_TECNOLOGIAS_OP_COMO_SUBSIDIO_PARA_AS_FABRICAS_INTELIGENTES_S_A_TECNOLOGIA_OP_COMO_SUBSIDIO_PARA_AS_FABRICAS_INTELIGENTES> Acesso em 07 de dez. de 2019.
- III. ELIPSE E3. Disponível em: < <https://www.elipse.com.br/produto/elipse-e3/> > Acesso em 02 de dez. de 2019.
- IV. FILHO, F. V. D. Sistema SCADA para planta piloto de troca de calor. 2018. Relatório de estágio – Universidade Federal de Campina Grande, 2018.
- V. LIMA, R. B. C.; BARROSO, H. C.; BARROS, P. R.. Desenvolvimento de uma planta piloto térmica com rede WirelessHart para uso em ensino e pesquisa. 2014. In: COBENGE: Engenharia Múltiplos Saberes e atuações. Juiz de Fora – MG.
- VI. OPC Unified Architecture. Disponível em: < <https://opcfoundation.org>> Acesso em: 07 de dez. de 2019.
- VII. RIBEIRO, M. A. Fundamentos da Automação. Salvador, BA. Ed. 1. Tek Consultoria e treinamentos. 2003.
- VIII. VIANNA, W. S.; BRINGHENTI, P. M.; MARTINS, L. S. Sistema SCADA supervisório. Goytacazes, RJ. 2008. Disponível em: < https://docgo.net/detail-doc.html?utm_source=apostila-iff-supervisorio-scada > Acesso em: 09 de setembro de 2019.
- IX. WirelessHART Protocol. Disponível em: <<http://fieldcommgroup.org/>> Acesso em: 07 de dez. de 2019.