



FACULDADE SENAI DE TECNOLOGIA MECATRÔNICA

PROJETO DE MEDIÇÃO DE NÍVEL AUTOMATIZADO ATRAVÉS DE REDES INDUSTRIAIS

AUTOMATED LEVEL CONTROL DESIGN THROUGH INDUSTRIAL NETWORKS

Daniel de Paula da Silva^{1, i}

Vicente Gomes de Oliveira Júnior^{2, ii}

Paulo Sebastião Ladivez^{3, iii}

José Roberto Santos^{4, iv}

RESUMO

Esse projeto apresentará uma solução para o controle de nível em tanques de estocagem de matéria-prima, visando eliminar o método de medição manual que se utiliza atualmente, que tem como finalidade controle e monitoramento do nível dos tanques. O projeto utilizará um protocolo de rede industrial PROFIBUS, rede conhecida mundialmente. Nesse projeto, a rede terá atuação nos medidores de níveis fazendo o controle da malha assim, dando mais confiabilidade no processo eliminando riscos iminentes no processo de medição manual. A rede Ethernet terá atuação em comunicar um sistema supervisório a um Controlador Lógico Programável.

Palavras-chave: Controle de Nível. PROFIBUS. Ethernet.

ABSTRACT

This project will present a solution for the level control in raw material storage tanks, aiming to eliminate the manual measurement method that is currently used, which aims to control and monitor the level of the tanks. The project will use a PROFIBUS industrial network protocol, a network known worldwide, widely used in industries all over the world. In this project, the network will act on the level meters making the control of the mesh, thus giving more reliability in the process eliminating imminent risks in the process of manual measurement, and the Ethernet network will act to communicate a supervisory system to a PLC (Programmable Logic Controller).

Keywords: Level Control. PROFIBUS. Ethernet.

¹ Pós-Graduando em Redes Industriais de Comunicação e Controle na Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica. E-mail: daniel-bira1@hotmail.com

² Docente na Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica. Mestre em Engenharia Mecânica. E-mail: vgomes@sp.senai.br

³ Especialista em Tecnologia da Informação da Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica. E-mail: Paulo.ladivez@sp.senai.br

⁴ Especialista em Segurança da Informação da Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica. E-mail: joseroberto@sp.senai.br

1 INTRODUÇÃO

Esse trabalho foi desenvolvido para apresentar uma solução possível em uma automação de processos industriais, através de uma implementação de redes industriais utilizando-se o protocolo PROFIBUS, junto a rede *Ethernet*, para um conjunto de 8 tanques com capacidade de armazenamento nominal de no máximo 160.000 litros.

As indústrias estão cada vez mais preocupadas com a necessidade de melhoria de processos e redução de custos de fabricação. Com isso, o controle de diversos fatores dentro desse ciclo produtivo tornou-se algo fundamental, sendo que ele traz segurança, qualidade e produtividade nas atividades industriais. O monitoramento pode ser realizado com diversos equipamentos, para as mais variadas aplicações, tais como a dimensão de um produto, a temperatura de um equipamento, a vazão de uma linha e outros casos passíveis de parametrização.

Algumas indústrias desenvolvem suas atividades através de processos térmicos, mecânicos e até mesmo químicos de diversos produtos, de modo a obter o produto desejado. Existem questões que envolvem controle de matérias-primas e insumos utilizados nos processos de forma que são de fundamental importância para o desenvolvimento adequado das atividades nas empresas.

Nesse trabalho será abordada uma possível solução para eliminar essas situações de risco, aplicando conceitos de redes industriais, associadas a instrumentos de medições de nível do tipo radar, equipamentos específicos e um software supervisor, onde será possível monitorar e controlar os níveis através de uma sala de controle com um sistema supervisor.

2 FUNCIONAMENTO DA PLANTA

Atualmente a planta a ser dimensionada, é composta por um conjunto de 8 tanques, que fazem a armazenagem de óleo para as aplicações em seus processos industriais. Os tanques possuem uma capacidade nominal de armazenamento entre 100.000 e 160.000 litros e com diferentes dimensões. Em sua operação, são utilizados próximos de sua capacidade nominal para não haver o risco de transbordamento, pois hoje o processo ainda é feito de forma manual. O Quadro 1 demonstra a capacidade nominal de cada tanque.

Quadro 1 – Capacidade nominal dos tanques

TANQUES	CAPACIDADE NOMINAL / LITROS
TQ. 100	100.000 L.
TQ. 101	120.000 L.
TQ. 102	100.000 L.
TQ. 103	120.000 L.
TQ. 104	160.000 L.
TQ. 105	160.000 L.
TQ. 106	160.000 L.
TQ. 107	160.000 L.

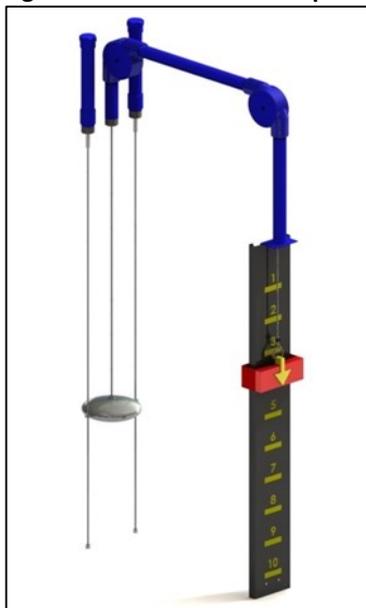
Fonte: Elaborado pelo autor

Atualmente, o controle de nível dos tanques, é realizado manualmente. No mínimo uma vez ao dia, são realizadas as medições. O maior problema é saber ao certo, a quantidade de matéria prima que ainda pode ser descarregada no tanque, já que a medição manual é imprecisa. Esse é um processo que traz diversos riscos à gestão e controle de operação, como problemas ergonômicos a seus operadores, e o risco ao meio ambiente que é o transbordamento do tanque. Para minimizar as chances de transbordamentos, não utiliza toda a capacidade nominal dos tanques e para ter maior precisão do nível, é preciso executar mais de uma vez a medição. Se caso houver um vazamento em um dos tanques será mais difícil fazer o controle da perda, já que a medição é incerta.

Na empresa em questão, o procedimento para a medida de nível e reabastecimento do conjunto de tanques são efetuados de forma manual, onde, os responsáveis pela operação realizam este processo diariamente e de duas formas.

Na primeira forma, o operador visualmente utiliza uma régua externa ao tanque. Esse instrumento funciona com uma boia atrelada ao marcador externo conforme a Figura 1. Então conforme a boia se movimenta verticalmente no interior do tanque o marcador também se movimenta ao lado externo, assim, quando o marcador está próximo da base, significa que a boia está alta e o tanque cheio. E quando o marcador está próximo ao topo, entende-se que a boia está baixa e o tanque vazio. A operação é simples, mas não traz segurança ou confiabilidade ao processo, uma vez que o nível do tanque pode exceder a sua capacidade causando o transbordo, colocando em risco os operadores próximos aos equipamentos, riscos ao meio ambiente e podendo levar a prejuízos materiais e produtivos, podendo haver a falta de matéria-prima causando uma paralisação no processo de produção, gerando até mesmo riscos aos negócios como perda de contrato.

Figura 1 – Medidor de nível por boia



Fonte: TecnoFluid (2013)

Na segunda forma, para inventariar o tanque, mede-se o nível através de uma trena de profundidade Figura 2. Ao descobrir a altura em que o fluido se encontra dentro do tanque, calcula-se o seu volume a partir da área de cada tanque. Para o processo é necessário o acesso ao topo dos tanques, e isso coloca em risco o operador, já que os

tanques possuem alturas elevadas e ficam expostos a vapores químicos e a condições climáticas naturais.

Figura 2 – Trena de profundidade com fita de aço



Fonte: Starrett (2020)

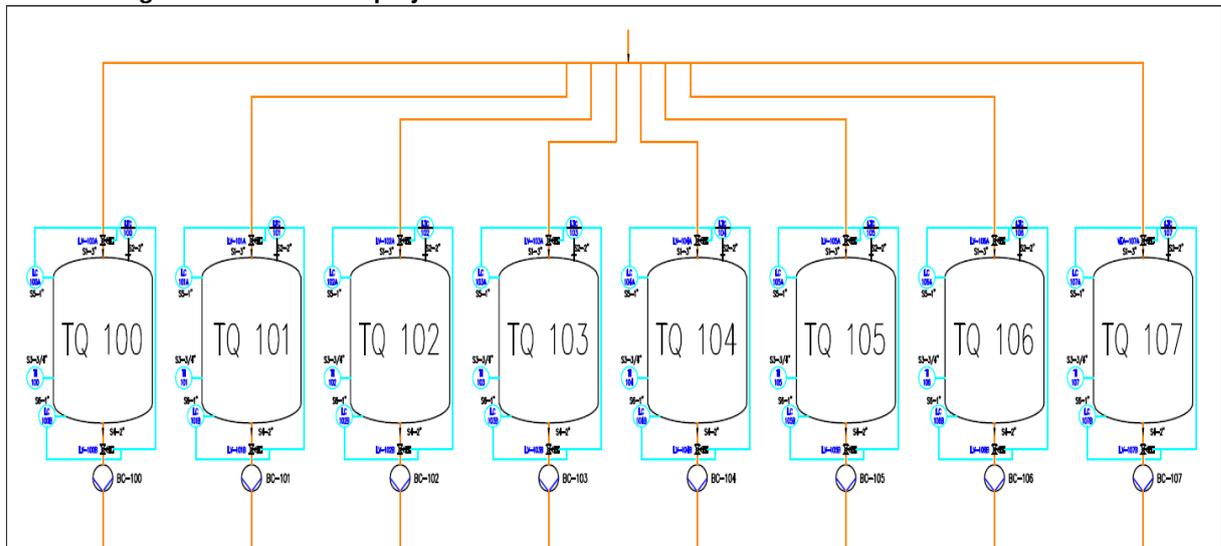
3 MODELO DO PROJETO PROPOSTO

Visando solucionar os problemas já descritos nesse trabalho, foi proposto um projeto de automação industrial, onde o principal objetivo é o controle e monitoramento do nível de um conjunto com 8 tanques. Os níveis dos tanques serão medidos através de medidores de nível radar, ligados a uma rede PROFIBUS PA e gerenciados a um software supervisor em uma sala de controle onde será controlado por um operador, visando o monitoramento e controle dos níveis dos tanques. Assim, eliminando a realização diária do controle de níveis manualmente, eliminamos os riscos aos operadores e meio ambiente e trazendo mais segurança para o processo.

3.1 Referências do projeto

A área de armazenamento compõe o conjunto de 8 tanques. Eles são interligados entre si por tubulações com o diâmetro de 3 polegadas na entrada de produto para o tanque, e suas saídas cada uma para um determinado lugar da fábrica. Conforme apresentado na figura 3 a seguir.

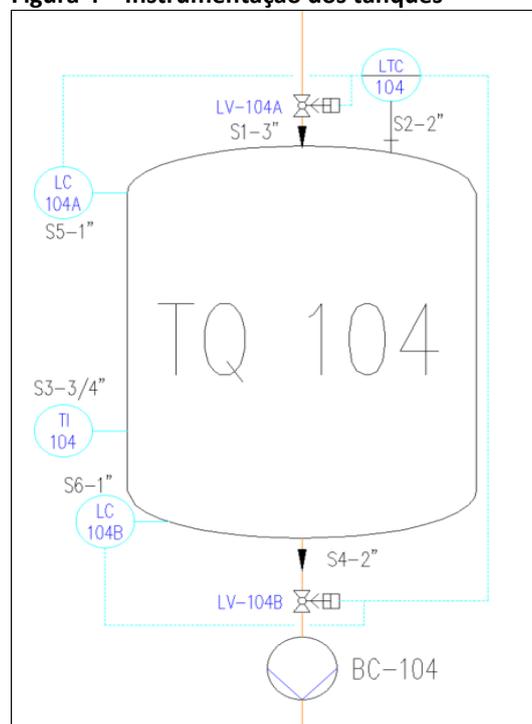
Figura 3 – Desenho do projeto mecânico



Fonte: Elaborado pelo autor

Os tanques contam com um sistema de bombeamento independente em suas saídas por uma bomba centrífuga (BC-104) com sua capacidade de vazão de até 80 m³/h com um motor de 15 cv e 3500 rpm, cada tanque apresenta uma válvula de entrada de produto (LV-104A) e uma válvula de saída (LV-104B), todas sendo por atuador do tipo pneumático on/off, um sensor de temperatura do tipo PT-100 (TI-104), duas chaves de nível sendo uma para baixo (LC-104B) e outra para alto nível (LC-104A) e um transmissor de nível do tipo "radar" (LTC-104) conforme nos mostra o exemplo de um dos tanques abaixo a figura 4.

Figura 4 – Instrumentação dos tanques



Fonte: Keney (2013)

3.2 Controle e monitoramento de nível

A solução desenvolvida para o sistema de controle de nível, terá uma sala de controle com um sistema supervísório, onde será gerenciada por um operador de produção. O supervísório permitirá a visualização em tempo real dos níveis de cada tanque. O controle de nível utilizará válvulas de entrada e saída de produtos do tipo ON/OFF, tudo controlada por um CLP (Controlador Lógico Programável). Já a medição do nível, será através de um transmissor de nível do tipo radar interligado a uma rede PROFIBUS PA. Para maior segurança da operação, o sistema também irá conter chaves de níveis.

A rede PROFIBUS PA atuará no controle e monitoramento de nível, sendo interligada aos transmissores de nível e para garantir uma maior segurança de que não haja riscos de transbordamento cada tanque terá instalado em seu corpo, uma chave de nível inferior e uma superior, assim evitando transbordamentos ou falta de produto caso exista uma falha no transmissor de nível assim garantindo, maior confiabilidade em segurança, evitando riscos de acidentes e possíveis perdas.

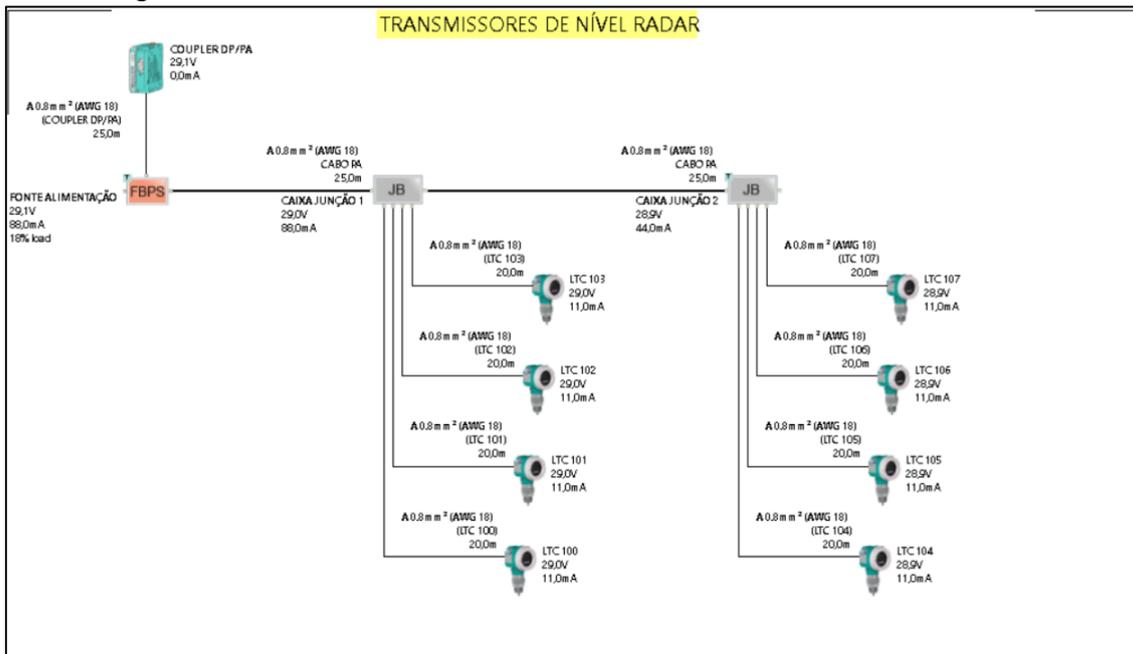
4 PROJETO FÍSICO

4.1 Rede PROFIBUS PA

O projeto contempla uma rede de comunicação PROFIBUS PA que tem como significado (automação de processos), com um sistema de malha aberta e fechada, que visa o controle e monitoramento do nível dos tanques. A rede PROFIBUS PA será aplicada somente nos transmissores de níveis.

Para a realização do projeto físico da rede PROFIBUS PA e os demais instrumentos, levam-se em consideração alguns dados muito importantes para realizar cálculos adequados, como a distância entre o CLP e os instrumentos de campo, sinais analógicos dos sensores de temperaturas, alimentações e sinais digitais das chaves de níveis. Foi utilizado o *software Segment Checker* para o desenvolvimento da rede e os cálculos necessários. Conforme apresentado na figura 5.

Figura 5 – Desenho da Rede

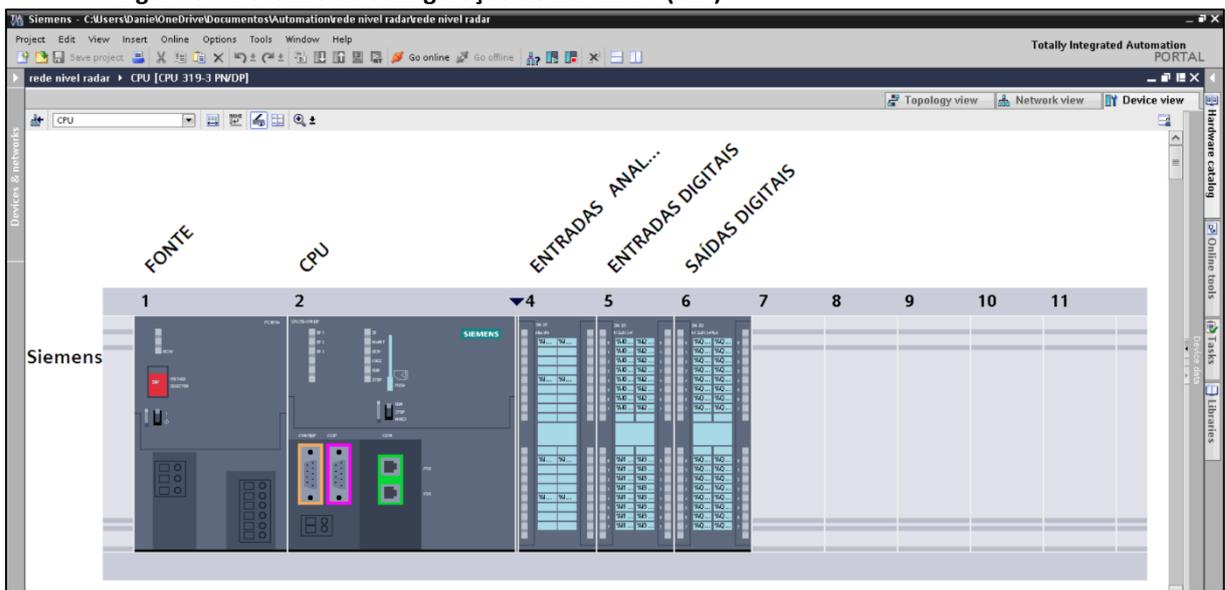


Fonte: Elaborado pelo autor

O cabo a ser utilizado para a rede PROFIBUS PA será o cabo PROFIBUS par trançado blindado que tem como características 0,8 mm² (AWG 18), o próprio cabo dos instrumentos PROFIBUS PA já faz a função de sinal de rede e alimentação. Para os sinais de campo dos demais instrumentos será utilizado o cabo blindado 3 vias de 1 mm².

Para o projeto proposto foi contemplado um Controlador lógico programável da marca Siemens e instrumentos da empresa ENDRESS+HAUSER. Para as configurações de hardware e desenho da rede industrial, foi utilizado o software Tia Portal V13, conforme apresenta a figura 6.

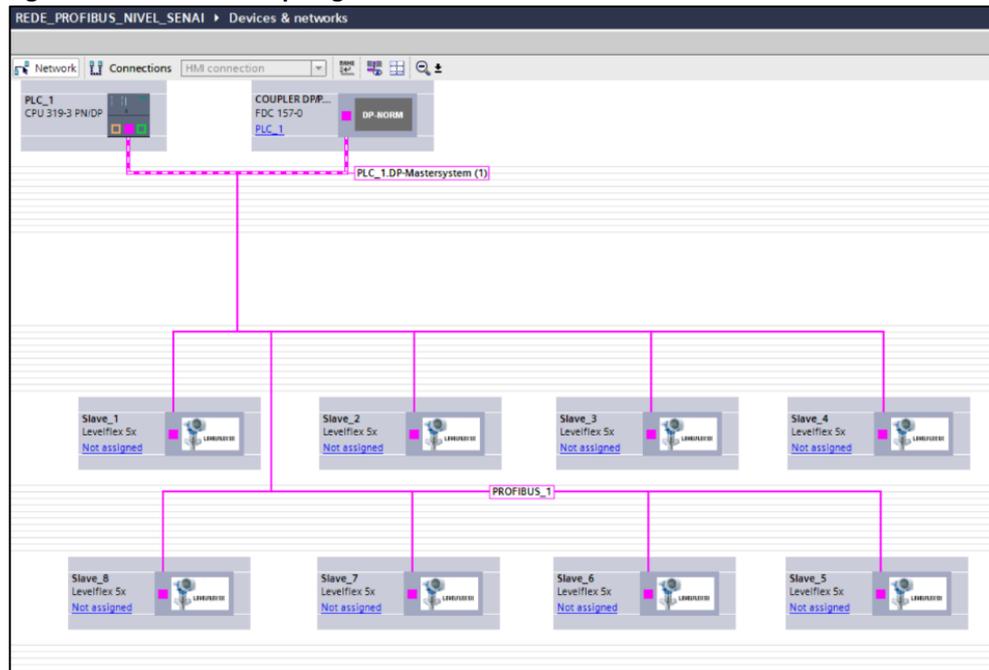
Figura 6 – Desenho da configuração de hardware (CLP)



Fonte: Elaborado pelo autor

A rede PROFIBUS PA terá todos os seus 8 transmissores de níveis ligado na topologia barramento, em conjunto com a rede dos instrumentos, irá conter um acoplador DP/PA que tem como função comunicar com uma alta taxa de transmissão de até 12Mbps/s com o mestre PROFIBUS DP e transformar esse sinal em um padrão para campo PROFIBUS PA com uma taxa fixa de transmissão de 31,25 kbits, a figura 7 nos mostrará a topologia barramento da rede PROFIBUS PA.

Figura 7 – Desenho da topologia



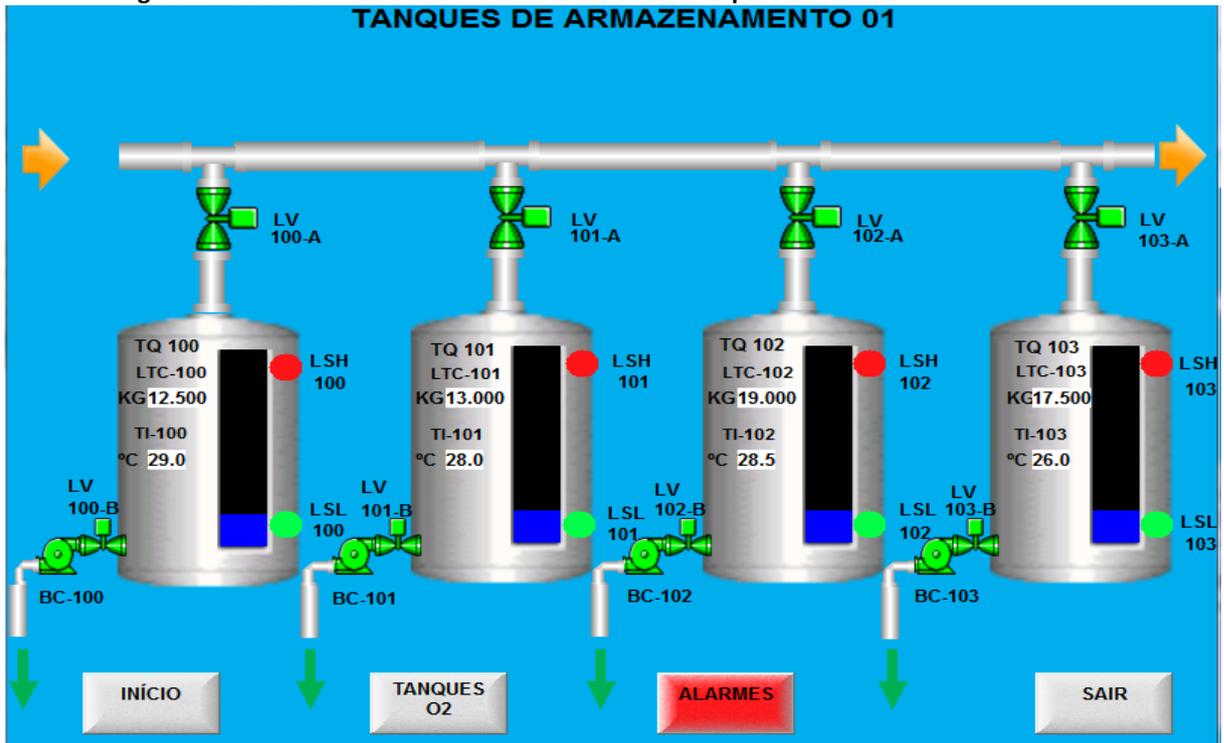
Fonte: Elaborado pelo autor

4.2 Supervisório (SCADA)

Para o sistema supervisório, foi proposto uma sala de controle onde um operador do setor visualizará e controlará toda a demanda de produto conforme a necessidade dos setores produtivo, para o desenvolvimento do sistema supervisório foi utilizado o *software* Indusoft Web Studio, uma ferramenta dedicada para aplicações em sistemas supervisórios industriais da Schneider Electric.

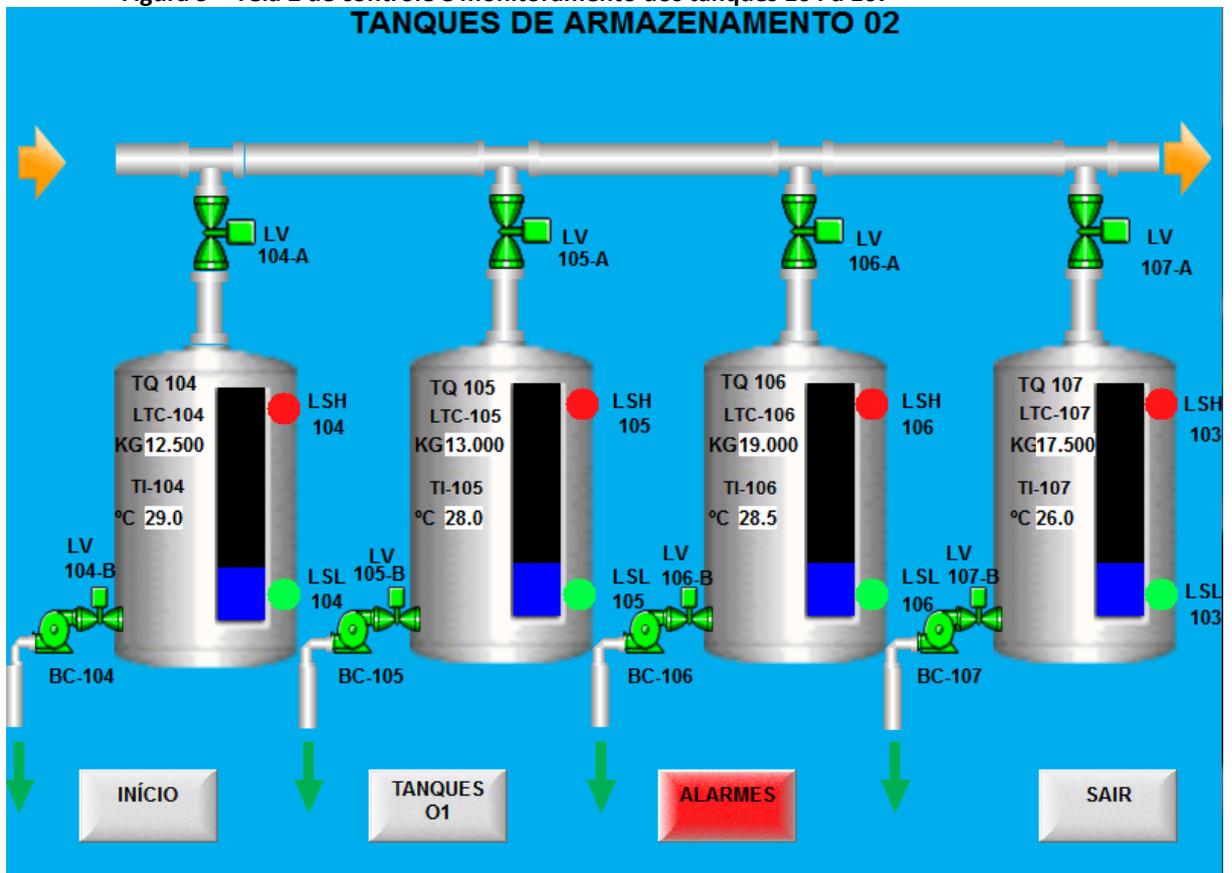
As duas principais telas desenvolvidas para esse projeto mostrarão o controle e monitoramento dos níveis e temperaturas dos tanques. Lembrando que essa malha da temperatura do óleo, não terá influência no processo, ela funcionará apenas para indicação e não se faz necessário o seu controle, pois a variável de importância nesse processo é o nível. O supervisório permitirá o processo trabalhar no modo automático e manual, onde o operador terá controle total e monitoramento dos tanques, conforme apresentam as figuras 8 e 9.

Figura 8 – Tela 1 de controle e monitoramento dos tanques 100 a 103
TANQUES DE ARMAZENAMENTO 01



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 9 – Tela 2 de controle e monitoramento dos tanques 104 a 107
TANQUES DE ARMAZENAMENTO 02



Fonte: Elaborado pelo autor

A comunicação entre o computador onde será gerenciado o sistema supervisor e o Controlador Lógico Programável será realizada via rede Ethernet I/P, a distância entre o painel de controle e o computador será de aproximadamente 5 metros.

CONCLUSÃO

Esse trabalho começou a ser desenvolvido com estudos específicos de problemas apresentados em uma empresa alimentícia que tem uma bacia de 8 tanques para armazenamento de matérias-primas, que são utilizados para processos de produção.

Todo o processo de controle de nível dos tanques e reabastecimentos, são realizados de forma manual em situações que implicam em diversos riscos à empresa, seus colaboradores, negócios, clientes e até mesmo ao meio ambiente.

Como sugestão para o desenvolvimento de uma solução para os problemas levantados, foi adotada a tecnologia PROFIBUS e alguns instrumentos de medição. Foi verificado que poderia ser aplicado uma solução inteligente utilizando a rede PROFIBUS para o controle e monitoramento dos níveis, sendo que a rede industrial tem algumas vantagens em relação a sinais padrões de processos como o 4 a 20 mA, vantagens como velocidade de comunicação, fácil manutenção, baixo custo de cabeamento para seus hardwares de campo entre outras vantagens. Por esse motivo, foi sugerido a rede industrial no controle e monitoramento.

Pode-se concluir que, a proposta apresentada, se implementada no futuro e trará melhorias consideráveis aos processos da empresa, com redução de riscos aos negócios, operadores, clientes e meio ambiente. E ainda com reduções de custos de funcionários que hoje fazem a leitura de processo manualmente, paradas por falta de matéria-prima inesperada e perdas de matéria-prima por transbordamentos.

Essas melhorias se transformam em vantagens que só trará benefícios para a empresa, que terá uma maior confiabilidade em seus dados cruciais no desenvolvimento de suas atividades diárias, uma melhoria em satisfação de seus clientes, um ambiente de trabalho com mais harmonia entre os operadores de processo da matéria-prima e os setores de produção devido à uma disponibilidade de informação confiável em tempo real, melhorias no desenvolvimento de trabalhos operacionais de manutenção, redução de riscos ergonômicos e ambientais. Todas essas melhorias com a implantação deste projeto junto a tecnologia PROFIBUS.

REFERÊNCIAS

STARRETT. **Catálogo de ferramentas**. 2020. Disponível em: <https://www.starrett.com.br/produtodetalhe.asp?verlight=1&impr=1&codprod=430>. Acesso em: 05 dez. 2020.

TECNOFLUID. **Tecnologia em instrumentos industriais**. 2013. Disponível em: <https://www.tecnofluid.com.br/wp-content/uploads/2013/11/Visor-de-N%C3%ADvel-TLI.jpg>. Acesso em: 05 dez. 2020.

REFERÊNCIAS CONSULTADAS

LUGLI, Alexandre Baratella; SANTOS, Max Mauro Dias. **Redes Industriais: características, padrões e aplicações.** São Paulo: Érica, 2014, 128p.

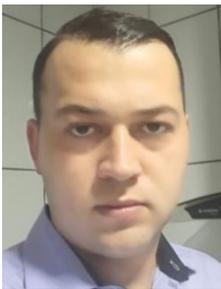
SENAI. **Instrumentação geral.** São Paulo: SENAI-SP, 2015. 632p.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, a minha mãe Solange e minha esposa Karina ambas as heroínas que me deram todo o apoio e o incentivo nas horas que mais precisei, aos amigos Daniel e Rodrigo que me incentivou quando vinha o desânimo e cansaço. Cada minuto da minha ausência vai valer a pena.

SOBRE OS AUTORES

ⁱ DANIEL DE PAULA DA SILVA – Aluno

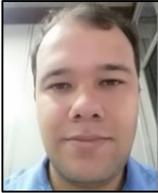


Possui graduação em Mecatrônica Industrial pela Faculdade Pentágono (2013). Cursando atualmente a ³Pós-Graduação em Redes Industriais de Comunicação e Controle pela Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica (2017). Atualmente é Eletricista de Manutenção Industrial – Vigor Alimentos S.A. Tem experiência na área de Elétrica, Mecatrônica e Automação.

ⁱⁱ VICENTE GOMES DE OLIVEIRA JUNIOR – Orientador



Possui graduação em Tecnologia Elétrica pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (1982). Complemento em pedagogia na Universidade Metodista de Piracicaba (1999), Mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (2006). Atualmente é professor na área de automação industrial da Faculdade Senai de Tecnologia Mecatrônica nos cursos de graduação e pós-graduação. Tem experiência na área de Automação Industrial, atuando principalmente nos seguintes temas: pneumática, eletropneumática, hidráulica, eletro hidráulica, controlador programável, robótica básica, sistema supervisorio, algumas redes industriais.

iii JOSÉ ROBERTO DOS SANTOS - Banca

Atualmente ministra aulas na pós-graduação de Indústria 4.0 e na graduação em Tecnologia em Mecatrônica na Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica, que fica no SENAI Armando de Arruda Pereira. Assessora também o Instituto SENAI de Tecnologia Metalmeccânica em projetos industriais com foco na Indústria 4.0. Durante 9 anos ministrou aulas pelo SENAI-SP, nos cursos de técnico em eletroeletrônica, cursos de aprendizagem industrial eletricitista de manutenção e mecânico de usinagem, além de Formação Inicial e Continuada (FIC) com cursos voltados a área de redes de computadores e programação, possui treinamento de Linux, cisco e Microsoft. Possui Pós-graduação na área de segurança da informação pela Uninove (2016), graduação em tecnologia da informação e bacharel em sistema da informação (2009), além de superior em Automação industrial. Tem experiência na área de Segurança da informação, administração de ambientes de redes Windows e Linux, automação indústria.

iv PAULO SEBASTIÃO LADIVEZ - Banca

Possui especialização em tecnologias e sistemas de informação pela Universidade Federal do ABC (2013), graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade de Mogi das Cruzes (1984). Atualmente é Professor da Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica.