

ESTUDO E INTEGRAÇÃO DE SENSORES *IoT* EM UMA PLANTA DIDÁTICA PARA CONTROLE DE PROCESSOS UTILIZANDO TÉCNOLOGIAS HABILITADORAS DA INDÚSTRIA 4.0

Autor: Thiago Adelino Martins da Silva⁽¹⁾

Orientador: Prof. Dr. Fabio Romano Lofrano Dotto⁽²⁾

Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (EESC-USP)

t.martins03082003@usp.br⁽¹⁾,fabio.dotto@usp.br⁽²⁾

Objetivos

Este artigo apresenta os resultados parciais do projeto em desenvolvimento, que objetiva estudar, desenvolver e integrar sensores *IoT* em uma planta didática de controle de processos industriais, utilizando Controladores Lógicos Programáveis (CLP) e tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0, como o protocolo *MQTT* (*Message Queuing Telemetry Transport*).

A iniciativa visa criar um ambiente de ensino mais dinâmico e atualizado, capacitando os alunos a entender e aplicar conceitos avançados de automação industrial, protocolos de comunicação e análise de dados em tempo real. O projeto também objetiva o desenvolvimento de roteiros experimentais que permitam aos estudantes uma aprendizagem prática e contextualizada, preparando-os para os desafios tecnológicos contemporâneos.

Materiais e Métodos

A arquitetura *IoT* industrial típica é composta por quatro camadas que facilitam desde a percepção por dispositivos sensores até módulos de aplicação complexos (ABOSATA et al., 2021). Essas camadas trabalham em conjunto para suportar operações como monitoramento da estabilidade da usinagem,

diagnóstico de falhas em equipamentos (TRAN et al., 2021), e melhorias em cibersegurança e gestão de energia.

Dessa forma, a pesquisa está sendo conduzida utilizando a infraestrutura existente no laboratório de controle de processos industriais, que inclui uma planta com três sistemas de controle onde todos são operados por CLP, sendo dois da Siemens e um da Fertron.

A Figura 1 apresenta o diagrama *P&ID* (*Piping and Instrumentation Diagram*) da planta.

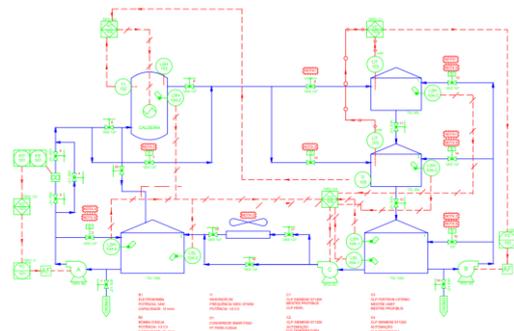


Figura 1: Diagrama *P&ID* da planta

O projeto foi subdividido em etapas para assegurar que os objetivos propostos sejam alcançados de maneira sistemática e eficiente, as quais são: Estudo e identificação de tecnologias para a indústria 4.0; Estudo e implementação de sensores *IoT*; Integração com o sistema de controle da planta didática; Adaptações mecânicas e elétricas; e elaboração de roteiros experimentais.

Resultados

O desenvolvimento atual está focado na investigação da planta didática para integrar os sensores *IoT* ao sistema de controle existente. A planta em estudo consiste em três processos de controle distintos: vazão, temperatura e nível, através da Figura 1 é possível observar a disposição dos sensores e controladores de cada processo.

As descobertas iniciais sugerem que o ecossistema de *IoT* pode ser implementado por meio da conexão dos CLPs ou pelo sistema Elipse com uma nuvem, que funcione como plataforma de integração para a malha de controle. A Figura 2 expõe como deve ser a integração com o sistema a partir dos sensores a serem utilizados.

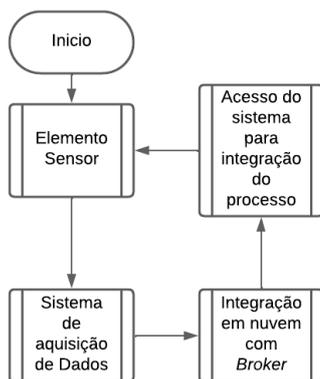


Figura 2: Fluxograma da Integração do sistema

Conclusão

A integração de aprendizado de máquina (KUDELINA et al., 2021) e soluções *IoT* (SCHWENZER et al., 2019) tem demonstrado um grande potencial na melhoria dos processos de manufatura. A implementação de tecnologias da Indústria 4.0 em ambientes educacionais é essencial para preparar os próximos engenheiros para os desafios atuais e futuros. Assim espera-se que, ao final, os benefícios sejam significativos, incluindo a capacitação dos alunos para a utilização de tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0, o que lhes permitirá aplicar conceitos de automação e interconectividade em cenários práticos.

Após o levantamento e definição dos parâmetros do processo, a verificação da compatibilidade dos componentes das malhas de controle e a determinação das implementações necessárias para a execução das práticas, pretende-se prosseguir com o desenvolvimento do projeto com a aquisição dos componentes necessários, implementação dos elementos de software e hardware, e realização das adaptações mecânicas requeridas.

Agradecimentos

Esse projeto conta com o apoio do Programa Unificado de Bolsas (PUB-USP, Código do projeto: 1577), que viabilizou a sua execução. Agradecemos, ainda, à Escola de Engenharia de São Carlos pela infraestrutura.

Referências

ABOSATA N.; AL-RUBAYE S.; INALHAN G.; EMMANOUILIDIS C.; Internet of things for system integrity: a comprehensive survey on security, attacks and countermeasures for industrial applications, *Sensors*, vol. 21, no. 11, p. 3654, 2021. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/14248220/21/11/3654>.

TRAN M.Q.; ELSISI M.; MAHMOUD K.; LIU M.K.; LEHTONEN M.; DARWISH M.M.F.; Experimental setup for online fault diagnosis of induction machines via promising IoT and machine learning: towards industry 4.0 empowerment, *IEEE Access* 9 (2021) 115429–115441,

<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3105297>

. KUDELINA K.; VAIMANN T.; ASAD B.; RASSÓLKIN A.; KALLASTE A.; DEMIDOVA G.; Trends and challenges in intelligent condition monitoring of electrical machines using machine learning, *Appl. Sci.* 11 (6) (2021) 2761.

SCHWENZER M.; MIURA K.; BERGS T.; Machine Learning for tool wear classification of milling based on force and current sensors, in: *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 520, p. 012009, 2019/04/17 2019, doi: 10.1088/1757-899x/520/1/012009.