

ACESSO REMOTO DE UM SISTEMA AUTOMATIZADO PARA MONITORAMENTO DE DADOS VIA PYTHON

Data de submissão: 07/12/2023

Data de aceite: 02/01/2024

William Aparecido Celestino Lopes

Centro de Formação Profissional SENAI
'VOLKSWAGEN'
São Bernardo do Campo – SP
<https://orcid.org/0009-0009-4437-776X>

Adilson Cunha Rusteiko

Centro de Formação Profissional SENAI
'VOLKSWAGEN'
São Bernardo do Campo – SP
<https://orcid.org/0009-0009-2753-8576>

Nicolas Vinicius Cruz Honório

Centro de Formação Profissional SENAI
'VOLKSWAGEN'
São Bernardo do Campo – SP
<https://orcid.org/0000-0001-7826-4709>

Cleiton Rodrigues Mendes

Centro de Formação Profissional SENAI
'VOLKSWAGEN'
São Bernardo do Campo – SP
<https://orcid.org/0009-0003-6350-5321>

globalizado, o acesso aos dados associados ao processo não pode ser limitado a verificações de campo. O objetivo deste artigo foi a criação de uma sistemática para acessar de forma remota um reservatório com sistema automatizado para que seus dados fossem monitorados e exibidos em um *dashboard* disponibilizado na web via programação em Python. A metodologia utilizada no desenvolvimento do artigo foi uma abordagem experimental via estudo de caso a fim de simular o funcionamento do sistema ciberfísico envolvendo o reservatório até a disponibilização dos dados coletados via web. Na finalização das etapas da arquitetura aplicada no projeto foi possível verificar como resultado a apresentação remota em tempo real dos dados coletados do CLP e IHM via software TIA Portal V15 do reservatório e apresentados no *dashboard*. O estudo do sistema ciberfísico integrando o reservatório junto aos dados apresentados em *dashboard* proporcionou o acesso remoto de forma eficiente para o monitoramento dos dados.

PALAVRAS-CHAVE: Sistemas Ciberfísicos, Monitoramento de Dados, Python, CLP, Dashboard

RESUMO: O desenvolvimento de sistemas industriais automatizados robustos e eficientes que atendam às necessidades de rápida tomada de decisão em ambientes industriais, necessita de uma série de ferramentas integradas e, em um mundo

REMOTE ACCESS TO AN AUTOMATED SYSTEM FOR DATA MONITORING VIA PYTHON

ABSTRACT: The development of robust and efficient automated industrial systems that meet the needs of rapid decision-making in industrial environments requires a series of integrated tools and, in a globalized world, access to data associated with the process cannot be limited to field's verifications. The objective of this article was to create a system to remotely access a reservoir with an automated system so that its data could be monitored and displayed on a dashboard available on the web via Python programming. The methodology used in developing the article was an experimental approach via case study to simulate the functioning of the cyber-physical system involving the reservoir until the data collected via the web was made available. Upon completion of the architecture steps applied in the project, it was possible to verify the result of the real-time remote presentation of data collected from the PLC and HMI via the reservoir's TIA Portal V15 software and presented on the dashboard. The study of the cyber-physical system integrating the reservoir with the data presented on the dashboard provided efficient remote access for data monitoring.

KEYWORDS: Cyberphysical Systems, Data Monitoring, Python, PLC, Dashboard

1 | INTRODUÇÃO

O processo de automatização de sistemas ciberfísico visa melhorar o desempenho dos processos, assegurar a qualidade dos produtos, diminuir perdas e desperdícios e aumentar a lucratividade das organizações industriais [1].

Com a introdução dos conceitos da Indústria 4.0, aumentou significativamente a quantidade de dados a serem processados e analisados. Com isso, as empresas requerem sistemas inteligentes capazes de fazer o armazenamento, tratamento e disponibilização e monitoramento dos dados [2].

O monitoramento remoto e a utilização de sistemas virtuais são utilizados amplamente pelas organizações industriais, por não precisarem de máquinas físicas robustas e por possibilitar o acesso às informações de qualquer lugar e horário [3].

Para agilizar a tomada de decisão na resolução de problemas e no melhoramento contínuo dos processos, os dados a serem analisados necessitam ser coletados em tempo real e tratados de forma clara e coesa [4].

Nesse sentido, esta pesquisa objetivou desenvolver uma aplicação para monitorar os dados de um sistema ciberfísico em tempo real, gerando informações gerenciais.

2 | REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Programação de um sistema automatizado via CLP

A automação industrial tem desempenhado um papel crucial na otimização de processos produtivos, permitindo a execução de tarefas de forma eficiente e precisa. Uma das possibilidades de realizar atividades de forma automatizada é a programação de um

sistema via Controlador Lógico Programável (CLP) [1].

A definição precisa das funcionalidades do sistema, atribuídas aos CLPs, é um ponto de partida essencial para o desenvolvimento de soluções flexíveis no ambiente automatizado. Como dispositivo central no controle de processos industriais, o CLP é caracterizado pela sua capacidade de executar operações lógicas, aritméticas e temporais com segurança [5].

A programação de um sistema automatizado via CLP envolve a elaboração de um conjunto estruturado de instruções que orientam o comportamento do sistema em resposta a estímulos externos. A precisão na definição das condições e ações associadas é fundamental para assegurar o desempenho confiável do sistema [6].

A utilização de linguagens de programação adequadas, como as linguagens Lista de Instruções (IL), Ladder e Blocos de Funções (FBD), permite uma representação intuitiva e eficiente das operações a serem realizadas pelo CLP. Além disso, a modularidade e a reutilização de trechos de código contribuem para a manutenção simplificada e aprimoramento contínuo do sistema, aspectos cruciais na programação de sistemas automatizados via CLP [7].

O banco de dados do CLP desempenha um papel significativo na implementação de sistemas automatizados. Este banco de dados armazena as variáveis, parâmetros e estados do sistema, proporcionando uma interface entre a programação e a execução das operações. A definição adequada do banco de dados é essencial para garantir a consistência e integridade das informações utilizadas pelo CLP durante a execução do programa [8].

A obtenção eficiente e segura de dados de sistemas automatizados torna-se cada vez mais crucial na era da Indústria 4.0. Diante deste cenário o acesso remoto para o monitoramento e controle de processos industriais que utilizam CLPs necessitam de programas robustos e flexíveis além de segurança no acesso dos dados [4].

2.2 Acesso remoto aos dados de um sistema automatizado via Snap7 Python

Para ilustrar a integração do cenário, uma biblioteca de código aberto programada em C/C++ é apresentada, a Snap7, que permite a comunicação dos CLPs da fabricante Siemens. A biblioteca possibilita que desenvolvedores comuniquem CLPs dos modelos S7-300 [9] e S7-1200 [10] usando uma variedade de protocolos de comunicação, como ISO-on-TCP (RFC1006), S7 Communication (ISO 8073) e MPI.

Para interagir e trocar dados com CLPs Siemens S7 em ambientes industriais uma interface foi desenvolvida na linguagem de programação Python para integrar a biblioteca Snap7 denominado Snap7 Python. A interface permite que desenvolvedores implementem lógica de controle, monitorem variáveis e troquem dados entre os CLPs em ambientes industriais [11].

Python é uma linguagem de programação simples e clara, porém poderosa. A linguagem cresceu ao longo dos anos em áreas da computação, utilizada, como por exemplo, em banco de dados, além de uma vasta biblioteca à disposição, pois é um software livre [12].

A comunicação de dados via Snap7 Python constitui um elo essencial entre a programação em Python e os CLPs que controlam o sistema automatizado. A compreensão aprofundada dos protocolos de comunicação e dos mecanismos de segurança envolvidos é fundamental para garantir a integridade dos dados transmitidos e a segurança do acesso remoto [13].

A eficiência na comunicação dos dados influencia diretamente na resposta em tempo real do sistema, sendo, portanto, um elemento crítico na arquitetura do acesso remoto via Snap7 Python, ao garantir a confiabilidade dos dados transitados pelo processo industrial [14].

2.3 Tratamento de dados para monitoramento via Dashboard

O desenvolvimento de sistemas automatizados para monitoramento de dados industriais é fundamental para a tomada de decisões. Dentro desse escopo, destaca a necessidade de estabelecer Key Performance Indicators (KPIs) em pontos críticos dos processos industriais [15].

A identificação precisa de variáveis transmitidas via CLPs como atuadores e sensores é um ponto estratégico para diversas empresas do segmento da automação industrial, a fim de garantir que as métricas fiquem alinhadas com o processo de avaliação de desempenho [16].

A elaboração de gráficos e tabelas, conhecidos como Dashboards, surge como uma ferramenta essencial na visualização e interpretação dos dados coletados nos processos industriais em tempo real. Esses Dashboards não apenas proporcionam uma representação gráfica intuitiva, mas também oferecem dinamismo no acesso às informações [17].

A capacidade de personalizar e apresentar visualmente os dados facilita a compreensão rápida e eficaz, permitindo uma análise aprofundada do desempenho dos processos monitorados [18].

A transformação de dados do chão de fábrica de sistemas automatizados em informações gerenciais explicita oportunidades de melhoria e otimização, além de auxiliar na tomada de decisões embasadas e estratégicas [19].

Essa arquitetura possibilita uma abordagem proativa na identificação de possíveis problemas nos processos industriais ao interpretar padrões e tendências nos dados coletados, permitindo assim a implementação de medidas corretivas antes que impactem significativamente a produção [20].

3 | METODOLOGIA

A metodologia adotada no presente estudo é fundamentada em uma abordagem experimental empregando técnicas específicas para investigar o acesso remoto de um sistema automatizado destinado ao monitoramento de dados via Python. O estudo de caso delineado nesta pesquisa foi concebido para simular o funcionamento de um sistema ciberfísico composto por um reservatório de líquidos, duas eletroválvulas de simples solenoide, um sensor vertical para detecção de nível, junto a um PLC, uma *Human Machine Interface* e um banco de dados.

Para o monitoramento e controle do estudo, foi implementada uma lógica de controle estratégica, ajustando variáveis em conformidade com os requisitos predefinidos.

A análise dos dados aplicados no estudo concentrou-se na avaliação do desempenho do acesso remoto, considerando métricas cruciais, como o tempo de resposta do sistema às condições estabelecidas, a precisão no controle do nível do reservatório e a eficácia na ativação do sistema de emergência. A arquitetura adotada no estudo pode ser visualizada na figura 1.

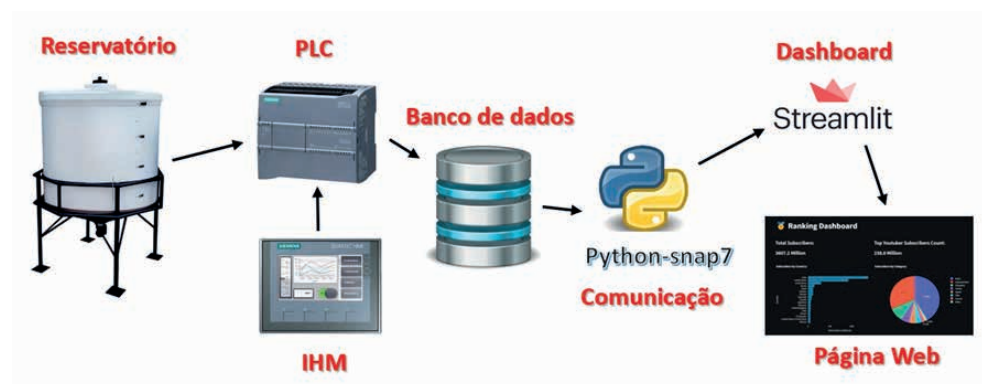


Figura 1. Esquema da modelagem sistêmica aplicada ao estudo

Fonte: Autores (2023)

3.1 Localização e caracterização da área de estudo

O sistema ciberfísico é constituído por um reservatório de líquidos para controle de nível. O reservatório é composto por duas eletroválvulas de simples solenoide, um sensor vertical para detecção de nível.

Inicialmente é definido um valor de nível mínimo, equivalente a 10% do volume de líquido do reservatório. Quando este nível for atingido, abre-se a solenoide da eletroválvula de entrada para o enchimento do reservatório.

Quando o volume de líquido atingir o valor equivalente a 80%, fecha-se a solenoide da eletroválvula de entrada cessando o enchimento do reservatório.

A eletroválvula de saída alimenta o processo permanecendo aberta constantemente. Entretanto, quando for acionado o sistema de emergência as duas eletroválvulas devem fechar por questão de segurança.

3.2 Materiais e métodos

A metodologia adotada para o desenvolvimento do projeto foi estruturada em quatro etapas distintas, iniciando pela definição do sistema ciberfísico, seguida pela comunicação, monitoramento e por fim acesso remoto via web.

A primeira etapa consistiu na definição da estrutura ciberfísica, composta pelo PLC Siemens S7-1200 modelo 1214C DC/DC/DC, IHM Siemens KTP 400 Basic. Essa escolha foi dirigida pela robustez e confiabilidade desses dispositivos, essenciais para as demandas operacionais de sistemas automatizados.

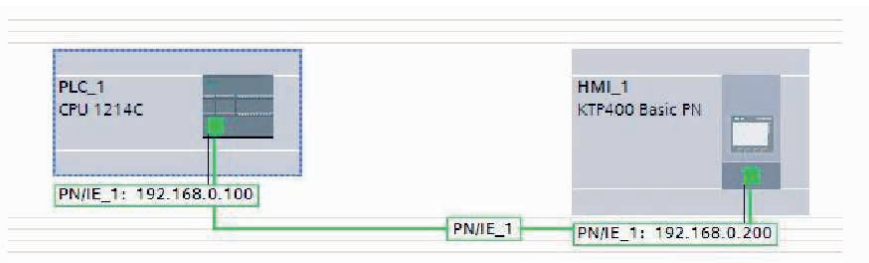


Figura 2 – Estrutura ciberfísica

Fonte: (Autores, 2023)

Na segunda etapa, focalizou-se na comunicação entre os componentes do sistema ciberfísico, utilizando softwares específicos. O ambiente de desenvolvimento TIA Portal V15 foi empregado para a programação do PLC. Primeiramente foi atribuído variáveis do sistema ao banco de dados.

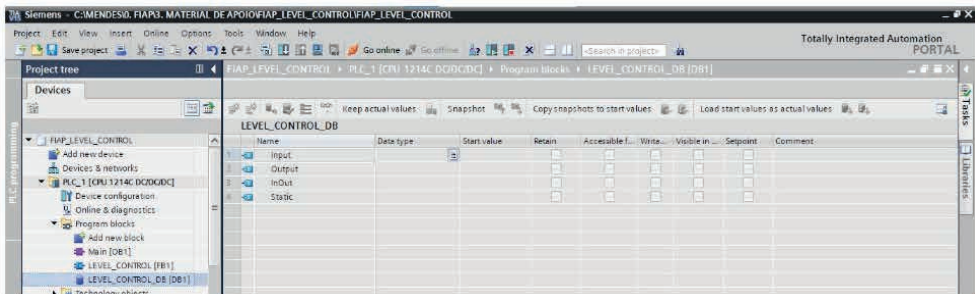


Figura 3 – Banco de dados do CLP

Fonte: Autores (2023)

O bloco de programação foi elaborado utilizando a linguagem Ladder, que se mostrou eficaz na aquisição dos dados físicos e no controle do sistema automatizado.

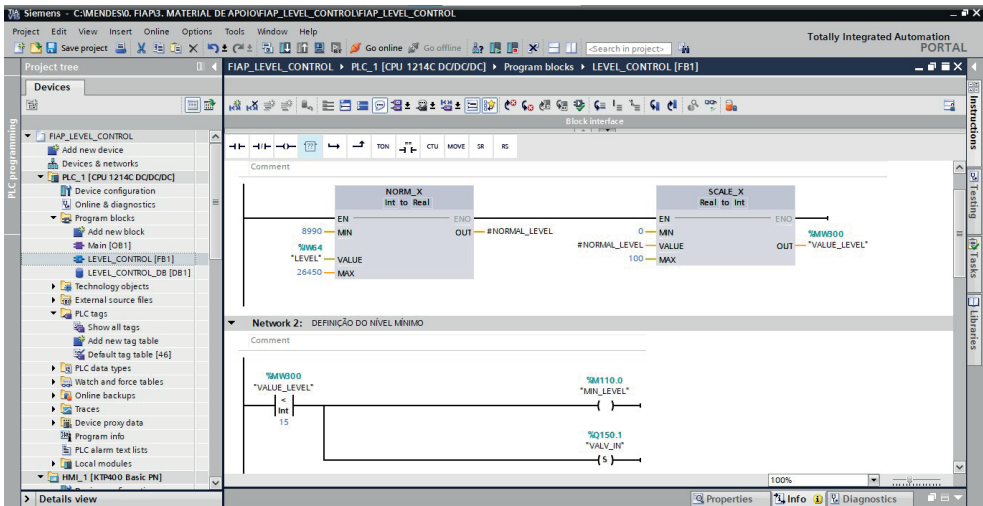


Figura 4 – Linguagem de Programação do CLP

Fonte: Autores (2023)

O desenvolvimento da interface homem-máquina foi constituído no software WINCC TIA Portal V15, que possibilitou a operação e monitoramento do sistema ciberfísico, localmente, com uma aplicação gráfica e interativa.

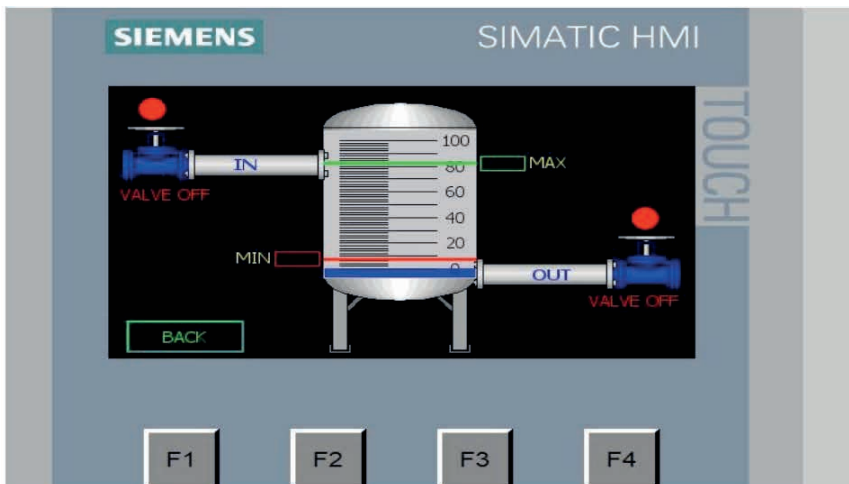
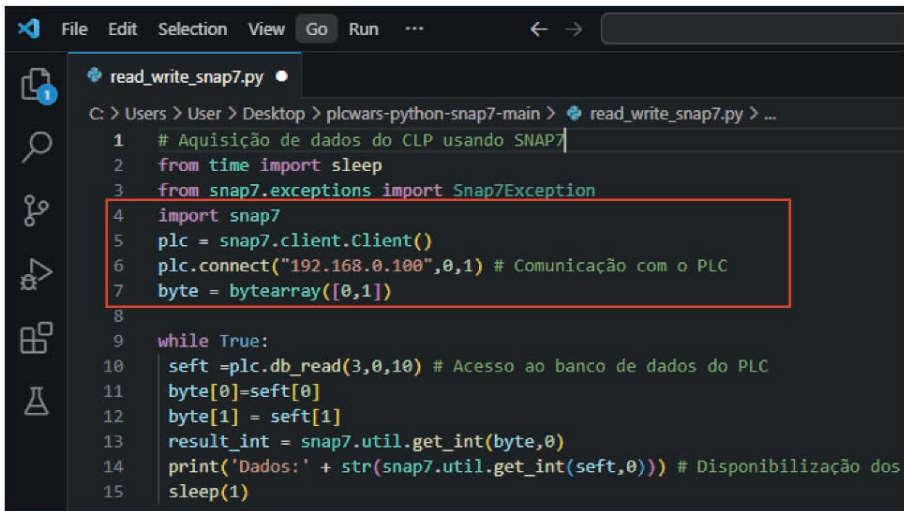


Figura 5 – Interface homem-máquina

Fonte: Autores (2023)

O software Visual Studio Code e a biblioteca python-snap7 foram utilizadas para a

aquisição de dados do sistema ciberfísico possibilitando o acesso remoto aos dados.



```
File Edit Selection View Go Run ...
read_write_snap7.py
C: > Users > User > Desktop > plcvars-python-snap7-main > read_write_snap7.py > ...
1 # Aquisição de dados do CLP usando SNAP7
2 from time import sleep
3 from snap7.exceptions import Snap7Exception
4 import snap7
5 plc = snap7.client.Client()
6 plc.connect("192.168.0.100",0,1) # Comunicação com o PLC
7 byte = bytearray([0,1])
8
9 while True:
10     seft =plc.db_read(3,0,10) # Acesso ao banco de dados do PLC
11     byte[0]=seft[0]
12     byte[1] = seft[1]
13     result_int = snap7.util.get_int(byte,0)
14     print('Dados: ' + str(snap7.util.get_int(seft,0))) # Disponibilização dos
15     sleep(1)
```

Figura 6 – Aquisição Interface homem-máquina

Fonte: Autores (2023)

O terceiro estágio concentrou-se no monitoramento dos processos por meio de Dashboards, elaborados com base nos dados coletados em tempo real dos processos industriais. A representação gráfica desses dados proporcionou uma visualização intuitiva e dinâmica, facilitando a análise do desempenho operacional. A eficácia dessa etapa é crucial para assegurar que as informações sejam apresentadas de maneira acessível e compreensível, contribuindo assim para a tomada de decisões informadas e rápidas.

A quarta e última etapa da metodologia concentrou-se no desenvolvimento do acesso remoto para publicar em uma página na WEB. Essa etapa envolveu a implementação de uma interface web que permitisse o acesso remoto seguro aos dados do sistema automatizado.

A escolha de publicar os dados na WEB foi fundamentada na sua capacidade de fornecer uma plataforma robusta e confiável para o compartilhamento de informações. Isso não apenas amplia a acessibilidade aos dados, mas também proporciona flexibilidade para os usuários acessarem as informações remotamente, contribuindo para a eficiência operacional e a tomada de decisões ágeis.



Figura 7 – Publicação dos dados na web

Fonte: Autores (2023)

4 | RESULTADOS

A implementação da metodologia proposta evidenciou resultados consistentes e eficazes no acesso remoto de um sistema automatizado para o monitoramento de dados via Python. A arquitetura proposta na metodologia, ressaltou a integração direta dos componentes, fundamentando a confiabilidade do sistema em tempo real, auxiliando o processo de gerenciamento das informações.

O estudo de caso permitiu uma análise detalhada e estruturada do desempenho do sistema ciberfísico, evidenciando a interação fluida entre o PLC, IHM, banco de dados e a comunicação remota. A lógica de controle estratégica implementada demonstrou uma resposta precisa às condições predefinidas, possibilitando o controle efetivo do reservatório.

A condução do estudo de caso permitiu a definição precisa de variáveis críticas para o acesso remoto, delineando parâmetros fundamentais para o funcionamento do reservatório. Este processo envolveu a definição de um valor mínimo de nível, correspondente a 10% do volume do reservatório, que acionou a abertura da eletroválvula de entrada. Com o alcance de 80% do volume, a solenoide da eletroválvula de entrada foi fechada, cessando o enchimento. Foi observado também que o controle incorporou a funcionalidade de acionamento do sistema de emergência, resultando no fechamento simultâneo das duas eletroválvulas por razões de segurança.

5 | CONCLUSÃO

Este estudo oferece uma contribuição relevante no contexto do acesso remoto a sistemas automatizados para o monitoramento eficiente de dados via Python. A metodologia

desenvolvida estabeleceu uma base sólida para a integração coesa de componentes essenciais, desde o PLC até a interface web, garantindo a funcionalidade do sistema podendo ser replicado em outros processos industriais.

A implementação da metodologia demonstrou a aplicabilidade prática da abordagem proposta, permitindo a obtenção de dados em tempo real, monitoramento remoto eficaz e controle seguro do sistema ciberfísico. Os resultados obtidos confirmam a eficácia da lógica de controle implementada, contribuindo para a otimização dos processos industriais.

O estudo evidenciou ainda que, a aplicação do acesso remoto via Python em sistemas automatizados é uma solução viável, proporcionando uma resposta ágil e confiável às demandas da Indústria 4.0. A arquitetura delineada e os resultados obtidos estabeleceram um alicerce sólido para investigações futuras, destacando o potencial dessa abordagem na automação industrial.

REFERÊNCIAS

- [1] M. Wollschlaeger, T. Sauter, e J. Jasperneite, “The future of industrial communication: Automation networks in the era of the internet of things and industry 4.0”, *IEEE Industrial Electronics Magazine*, vol. 11, nº 1, p. 17–27, 2017, doi: 10.1109/MIE.2017.2649104.
- [2] X. Huang, “Intelligent remote monitoring and manufacturing system of production line based on industrial Internet of Things,” *Computer Communications*, vol. 150, pp. 421–428, Jan. 2020, doi: 10.1016/j.comcom.2019.12.011.
- [3] B. K. Gupta and V. Rastogi, “Integration of technology to access the manufacturing plant via remote access system - A part of Industry 4.0,” *Materials Today: Proceedings*, vol. 56, pp. 3497–3505, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.matpr.2021.11.135.
- [4] F. Mo *et al.*, “PLC orchestration automation to enhance human–machine integration in adaptive manufacturing systems”, *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 71, p. 172–187, dez. 2023, doi: 10.1016/j.jmsy.2023.07.015.
- [5] M. Zhou e E. Twiss, “Design of industrial automated systems via relay ladder logic programming and petri nets”, *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics Part C: Applications and Reviews*, vol. 28, nº 1, p. 137–150, 1998, doi: 10.1109/5326.661096.
- [6] C. Saygin e F. Kahraman, “A Web-based programmable logic controller laboratory for manufacturing engineering education”, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 24, nº 7–8, p. 590–598, 2004, doi: 10.1007/s00170-003-1787-7.
- [7] M. C. Zhou e E. Twiss, “Design of industrial automated systems via relay ladder logic programming and Petri nets”, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, vol. 28, nº 1, p. 137–150, fev. 1998, doi: 10.1109/5326.661096.
- [8] J. Figueiredo e M. A. Botto, “Automatic control strategies implemented on a water canal prototype”, apresentado em IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline), 2005, p. 22–27. doi: 10.3182/20050703-6-cz-1902.02094.

- [9] J. Li *et al.*, “Development of a Measurement and Control System for a 40l/h Helium Liquefier based on Siemens PLC S7-300”, *Physics Procedia*, vol. 67, p. 1181–1186, jan. 2015, doi: 10.1016/j.phpro.2015.06.185.
- [10] F. Mo *et al.*, “PLC orchestration automation to enhance human–machine integration in adaptive manufacturing systems”, *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 71, p. 172–187, dez. 2023, doi: 10.1016/j.jmsy.2023.07.015.
- [11] “Snap7 Homepage”. Acesso em: 29 de novembro de 2023. [Online]. Disponível em: <https://snap7.sourceforge.net/>
- [12] B. Zohuri, F. Mossavar-Rahmani, and F. Behgounia, “Chapter 26 - Python programming–driven artificial intelligence,” in *Knowledge is Power in Four Dimensions: Models to Forecast Future Paradigm*, B. Zohuri, F. Mossavar-Rahmani, and F. Behgounia, Eds., Academic Press, 2022, pp. 827–836. doi: 10.1016/B978-0-323-95112-8.00026-X.
- [13] R. Ghanim, A. Kaushik, J. Park, e A. Abramson, “Communication protocols integrating wearables, ingestibles, and implantables for closed-loop therapies”, *Device*, vol. 1, nº 3, p. 100092, set. 2023, doi: 10.1016/j.device.2023.100092.
- [14] A. Gerodimos, L. Maglaras, M. A. Ferrag, N. Ayres, e I. Kantzavelou, “IoT: Communication protocols and security threats”, *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*, vol. 3, p. 1–13, jan. 2023, doi: 10.1016/j.iotcps.2022.12.003.
- [15] A. Faveto, E. Traini, G. Bruno, e F. Lombardi, “Development of a key performance indicator framework for automated warehouse systems”, *IFAC-PapersOnLine*, vol. 54, nº 1, p. 116–121, jan. 2021, doi: 10.1016/j.ifacol.2021.08.013.
- [16] S. Ferreira, F. J. G. Silva, R. B. Casais, M. T. Pereira, e L. P. Ferreira, “KPI development and obsolescence management in industrial maintenance”, *Procedia Manufacturing*, vol. 38, p. 1427–1435, jan. 2019, doi: 10.1016/j.promfg.2020.01.145.
- [17] B. Meyers *et al.*, “Knowledge Graphs in Digital Twins for Manufacturing - Lessons Learned from an Industrial Case at Atlas Copco Airpower”, *IFAC-PapersOnLine*, vol. 55, nº 10, p. 13–18, jan. 2022, doi: 10.1016/j.ifacol.2022.09.361.
- [18] I. Yousef, A. Tulsyan, S. L. Shah, e R. B. Gopaluni, “Visual analytics for process monitoring: Leveraging time-series imaging for enhanced interpretability”, *Journal of Process Control*, vol. 132, p. 103127, dez. 2023, doi: 10.1016/j.jprocont.2023.103127.
- [19] A. Farooqui, K. Bengtsson, P. Falkman, e M. Fabian, “From factory floor to process models: A data gathering approach to generate, transform, and visualize manufacturing processes”, *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, vol. 24, p. 6–16, jan. 2019, doi: 10.1016/j.cirpj.2018.12.002.
- [20] A. Ragab, M. El Koujok, H. Ghezzaz, M. Amazouz, M.-S. Ouali, e S. Yacout, “Deep understanding in industrial processes by complementing human expertise with interpretable patterns of machine learning”, *Expert Systems with Applications*, vol. 122, p. 388–405, maio 2019, doi: 10.1016/j.eswa.2019.01.011.