

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA MES FLEXÍVEL PARA GERENCIAMENTO DE UMA PLANTA DE MANUFATURA AVANÇADA NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0

Joseph Samuel Neiva¹; Herman Augusto Lepikson²;

¹ Graduando em Engenharia de Computação; Iniciação científica – FAPESB;

joseph.neiva@aln.senaicimatec.edu.br

² Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador - BA; Herman.Lepikson@fieb.org.br

RESUMO

Este projeto de pesquisa desenvolveu um Sistema de Execução de Manufatura (MES – *Manufacturing Execution System*) para a Planta de Manufatura Avançada (PMA) do SENAI CIMATEC. A PMA é uma planta demonstradora utilizada como prova de conceito de diversas tecnologias emergentes da indústria 4.0. Foi utilizada a plataforma TrakSYS para desenvolvimento do conceito, apoiando-se em linguagens de programação C#, JavaScript e SQL para criação de telas, interface com banco de dados e execução de comandos. A planta atualmente conta com alguns Controladores Lógicos Programáveis (CLPs), sistema de Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA, na sigla em inglês), entre outros elementos da automação com os quais o sistema MES deve dialogar, a fim de melhorar o desempenho do processo de fabricação. Foi realizada uma pesquisa do estado da arte para entender as diretrizes e boas práticas necessárias para a implementação de um sistema MES adequado, para nortear o sistema a ser desenvolvido. Objetivou-se que este sistema MES tenha configuração flexível, condizente com as diversas demandas dos usuários da PMA, permitindo configurações aptas a integrar as tecnologias habilitadoras da indústria 4.0 também nos clientes usuários da PMA, já que este MES traz muitas possibilidades de melhoria na gestão de processos produtivos das empresas industriais.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema MES; manufatura avançada; indústria 4.0.

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas MES (*Manufacturing Execution System*) surgiram na década de 1990 com o intuito de suprir a necessidade de gerenciamento das operações no chão de fábrica, papel este que não conseguia ser executado de forma dinâmica e ágil pelos sistemas ERP (*Enterprise Resources Planning*) presentes nas empresas (CHEN e VOIGT, 2020).

Estes sistemas fazem parte da pirâmide da automação industrial, compondo o nível intermediário entre os sistemas SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) e os ERPs sendo os responsáveis por receber os dados do chão de fábrica, tratá-los e enviar para os sistemas de mais alto nível (CIMINO, NEGRI e FUMAGALLI, 2019). Porém, com o avanço tecnológico da indústria 4.0, esses sistemas estão cada vez mais modernos e interconectados em uma arquitetura distribuída e sem hierarquias rígidas, como a pirâmide da automação sugeria (LABS, 2017).

Os sistemas MES podem trazer diversas funcionalidades para os sistemas produtivos, tais como: acompanhamento e rastreamento da produção, avaliação de desempenho, gerenciamento de recursos, planejamento da produção, visualização e compartilhamento de informações e gestão da qualidade, entre outras (JASKÓ et al., 2020 e SHOJAEINASAB et al., 2022). A implementação desse tipo de sistema de manufatura melhora indicadores chave de desempenho (KPIs- *Key Performance Indicators*) visando a reduzir custos e elevar a qualidade e eficiência dos processos (CHEN e VOIGT, 2020). Além disso, sistemas MES podem impactar na gestão da manutenção e do ciclo de vida do produto (RÓLON e MARTÍNEZ, 2012).

A Planta de Manufatura Avançada (PMA) do SENAI CIMATEC, na qual o MES a ser desenvolvido neste projeto será implementado, é uma plataforma demonstradora que simula a produção de tampas e bases de cilindros de alumínio pneumáticos, servindo, assim, como um ambiente demonstrativo de tecnologias habilitadoras da indústria 4.0 e para o desenvolvimento de provas de conceito em diversos projetos. Ela é composta por leitores de identificação por radiofrequência (RFID), braços robóticos industriais, câmeras de inspeção por visão computacional, entre outros dispositivos. A PMA também possui 6 estações de trabalho,

que executam tarefas específicas, e 6 CLPs de fabricantes distintos, que podem se comunicar em diferentes protocolos de comunicação (como Modbus TCP, Ethernet/IP e OPC UA). Além disso, a planta também dispõe de um sistema SCADA, aplicações que utilizam inteligência artificial, internet das coisas (IoT), cibersegurança, entre outras tecnologias.

Neste contexto, o sistema MES em questão irá contribuir significativamente com a gestão das operações envolvidas nesta planta de manufatura avançada dada a sua característica flexível, trazendo as melhorias citadas anteriormente e servindo como um demonstrador robusto das capacidades deste sistema integrar as novas tecnologias habilitadoras da indústria 4.0. Este projeto de iniciação científica também é relevante para o desenvolvimento técnico e acadêmico do discente, dando suporte à realização de trabalhos de pós-graduação em andamento e, mais importante, habilitando-o em uma área do conhecimento atual e relevante.

2. METODOLOGIA

Este trabalho é experimental, relacionado a processos e abordado de forma quantitativa, tendo, como resultado, um sistema MES flexível operando na PMA em nível de ambiente relevante. Inicialmente foi feita uma revisão de literatura sobre o desenvolvimento de interfaces de interação com o usuário, e mais especificamente, sobre os fundamentos de sistemas MES na indústria 4.0. Na sequência, a plataforma TrakSYS da Parsec foi estudada visando a sua configuração tendo em conta as necessidades específicas do projeto. Esta plataforma utiliza linguagens de programação bem difundidas atualmente para o desenvolvimento de sistemas MES, portanto, é necessário conhecê-las com maiores detalhes, tais como JavaScript e SQL. Alguns treinamentos sobre o desenvolvimento do MES na plataforma foram realizados, com o intuito de facilitar a criação do sistema para diversas finalidades. Após os treinamentos do TrakSYS, foram definidas todas as funcionalidades MES, com as respectivas telas para interface com o usuário, para iniciar o processo de implementação. Como o MES funciona de forma integrada com outros sistemas e dispositivos, portanto também é necessário estabelecer comunicação com os demais hardwares e softwares que se relacionam com o MES. Por fim, testes para verificação e correção de falhas foram executados para garantir o funcionamento da aplicação e validação do sistema.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento do trabalho ensejou a criação de um sistema MES flexível utilizando uma ferramenta robusta e linguagens de programação amplamente utilizadas, tendo como base os trabalhos acadêmicos mais recentes sobre o tema. Alguns resultados mais específicos são:

- Estado da arte sobre MES e desenvolvimento de interfaces industriais;
- Sistema MES funcional integrado com as tecnologias habilitadoras da indústria 4.0;
- Melhoria na gestão das operações da planta de manufatura avançada do SENAI CIMATEC;
- Utilização do TrakSys como demonstrador MES como tecnologia habilitadora da indústria 4.0.

Adicionalmente, foi possível desenvolver um protótipo funcional de MES flexível tendo como base os trabalhos acadêmicos mais recentes sobre o tema e experiências obtidas durante o curso do trabalho. Como resultado mais específico obteve-se um Sistema MES funcional integrado com as tecnologias habilitadoras da indústria 4.0, principalmente CLPs e Banco de Dados, tendo a utilização do TrakSys como ferramenta auxiliar de aprendizado.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto de pesquisa apresenta o desenvolvimento de um sistema MES flexível, com o objetivo de integrar tecnologias habilitadoras da indústria 4.0. O trabalho foi fundamentado em linguagens de programação amplamente utilizadas e em pesquisas acadêmicas recentes sobre o tema. Entre os resultados propostos, destacam-se o estado da arte sobre MES, o desenvolvimento de interfaces industriais, a melhoria na gestão das operações da planta de manufatura avançada do SENAI CIMATEC e a utilização do TrakSys como tecnologia demonstradora.

Durante o período de Iniciação Científica, foram encontradas diversas dificuldades. Entre elas, destaca-se a curva de aprendizado íngreme para a linguagem de programação JavaScript e para os protocolos de

comunicação de rede. Além disso, houve um período em que a Planta de Manufatura Avançada esteve em manutenção, o que impactou o progresso do projeto. Outro desafio enfrentado foi a demora na chegada do TrakSys, que era fundamental para o desenvolvimento do trabalho.

Ao longo do desenvolvimento, apesar dos desafios, foi possível criar um protótipo funcional de MES. Esse sistema MES foi integrado com tecnologias como CLPs e Bancos de Dados, e o TrakSys foi empregado como uma ferramenta auxiliar de aprendizado.

Agradecimentos

Gostaria de expressar minha profunda gratidão à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pela concessão da bolsa de iniciação científica, que foi essencial para o desenvolvimento e sucesso do meu projeto. Esse apoio não apenas possibilitou a realização de minha pesquisa, mas também me proporcionou uma valiosa experiência no campo científico.

Um agradecimento especial ao Professor Herman Augusto Lepikson, cujo apoio e orientação foram fundamentais durante todo o processo. Sua expertise, paciência e dedicação foram cruciais para minha formação e progresso no projeto. Sua capacidade de inspirar e motivar não tem preço, e sou profundamente grato por sua orientação.

Também gostaria de agradecer a Jhaidan Ribeiro Cruz pelo suporte e acompanhamento contínuo. Seu conhecimento técnico, disposição para ajudar e *feedback* construtivo foram indispensáveis para a superação dos desafios encontrados no decorrer do projeto. Sua contribuição foi essencial para o avanço da minha pesquisa.

Por fim, minha gratidão a Jorder Rafael Cordeiro Sena pela generosidade em permitir a utilização da Planta de Manufatura Avançada do SENAI Cimatec. O acesso a essas instalações de ponta foi fundamental para a execução prática do meu projeto, oferecendo uma oportunidade única de aplicar teorias e conceitos em um ambiente real de manufatura avançada. Esse apoio foi decisivo para o sucesso do projeto.

5. REFERÊNCIAS

CHEN, Xinyu; VOIGT, Tobias. Implementation of the Manufacturing Execution System in the food and beverage industry. *Journal of Food Engineering*, v. 278, p. 109932, 2020.

CIMINO, Chiara; NEGRI, Elisa; FUMAGALLI, Luca. Review of digital twin applications in manufacturing. *Computers in Industry*, v. 113, p. 103130, 2019.

JASKÓ, Szilárd et al. Development of manufacturing execution systems in accordance with Industry 4.0 requirements: A review of standard-and ontology-based methodologies and tools. *Computers in industry*, v. 123, p. 103300, 2020.

LABS, Wayne. Industry 4.0' network architecture relies on interconnectivity: Smart manufacturing technology allows for better collection, management of data. *Food Engineering*, 2017. Disponível em: <https://www.foodengineeringmag.com/articles/97066-industry-40-networkarchitecture-relies-on-interconnectivity>. Acesso em: 20 jul. 2021.

ROLÓN, Milagros; MARTÍNEZ, Ernesto. Agent-based modeling and simulation of an autonomic manufacturing execution system. *Computers in industry*, v. 63, n. 1, p. 53-78, 2012.

SHOJAEINASAB, Ardeshir et al. Intelligent manufacturing execution systems: A systematic review. *Journal of Manufacturing Systems*, v. 62, p. 503-522, 2022.