



Modelagem e simulação de um protótipo para auto e programação de um sistema de produção

Palavras-Chave: INDUSTRIA 4.0, AUTO REPROGRAMÇÃO, SISTEMA DE PRODUÇÃO

Autores(as):

Rodrigo Ferro, FEM - Unicamp

João Victor Pomiglio de Oliveira, FEM - Unicamp

Prof. Dr. Robert Eduardo Cooper Ordonez (orientador), FEM - Unicamp

INTRODUÇÃO:

A partir da revolução industrial, que ocorreu no final do século XVIII, os métodos de produção passaram por mudanças à medida que novas tecnologias foram criadas e novos comportamentos foram disseminados na sociedade. Nas últimas décadas, a revolução digital e a globalização tiveram um papel importante nas transformações significativas do mercado consumidor e, por consequência, nos sistemas de produção.

Com o aumento da complexidade dos sistemas de produção, é natural que as ferramentas de apoio à tomada de decisões e ao gerenciamento da produção também evoluam para ajudar os gestores a tomarem decisões mais rápidas e precisas (CARDIN et al., 2006; PARK et al., 1999). Nesse contexto, a integração da simulação com ferramentas de otimização e Inteligência Artificial (IA) é utilizada para acelerar e melhorar a precisão dos resultados gerados pelos simuladores (BARNI et al., 2020; HUANG et al., 2021; UYSAL; MERGEN, 2021).

Entretanto, a arquitetura proposta pela Indústria 4.0, que envolve a captura de dados em tempo real do sistema de produção, a integração desses dados ao Gêmeo Digital, a promoção da otimização e a reprogramação do sistema de produção, ainda enfrenta alguns desafios. Essas dificuldades foram observadas em um estudo que analisou a integração das principais ferramentas de gerenciamento da produção e coleta de dados, com foco na lacuna existente no envio de dados obtidos por simulação para a reprogramação da produção (FERRO; ORDÓÑEZ; ANHOLON, 2017).

Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo criar um modelo que possibilite o envio de dados temporais coletados do ambiente físico para um software de modelagem e simulação. Esse modelo visa permitir uma troca dinâmica entre os dados, alimentando o ambiente virtual com informações reais da planta em tempo real, o que possibilitará tornar o processo de auto reprogramação da produção mais dinâmico.

METODOLOGIA:

Neste estudo utilizou-se a técnica de modelagem e simulação computacional para o desenvolvimento e validação da solução proposta. A simulação permitiu, por meio de aparato computacional, reproduzir o sistema real escolhido em um ambiente virtual modelado por variáveis.

O modelo físico selecionado para este estudo é o brinquedo infantil Thomas Big Loader Construction Set, by Tyco® (Figura 1), que representa um sistema de produção de ciclo fechado, através de um trilho, três estações de trabalho e veículos para carregamento de esferas. Esse modelo real foi representado no programa de simulação Siemens Tecnomatix Plant Simulation®. Essa escolha tem como propósito testar a validade da automatização da troca de dados de forma dinâmica entre os dois ambientes mencionados.



Figura 1 – Thomas Big Loader – fonte: <https://www.amazon.co.uk/RC2-Motorized-Tractor-Magical-Playtime/dp/B07BLHFWQP?th=1>

Para alcançar o objetivo geral, as seguintes etapas foram seguidas:

- Entender o ambiente de simulação e o modelo de troca de dados em tempo real entre um sistema de produção e um modelo de simulação;
- Criar um mecanismo no modelo de simulação capaz de identificar uma falha no sistema de produção e iniciar a otimização sem a intervenção ou decisão humana;
- Desenvolver um protótipo de um sistema de produção com características que permitam a auto reprogramação;
- Descrição das características de parametrização e operação do protótipo criado (manual de operações).

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

O projeto foi iniciado pela adaptação do sistema original do brinquedo para que fosse possível realizar o monitoramento das condições do sistema em tempo real (Figura 2). Para isso foi utilizado um Arduino Uno para captar e tratar os dados dos sensores infravermelhos que detectam a presença do veículo em determinadas posições do trajeto.

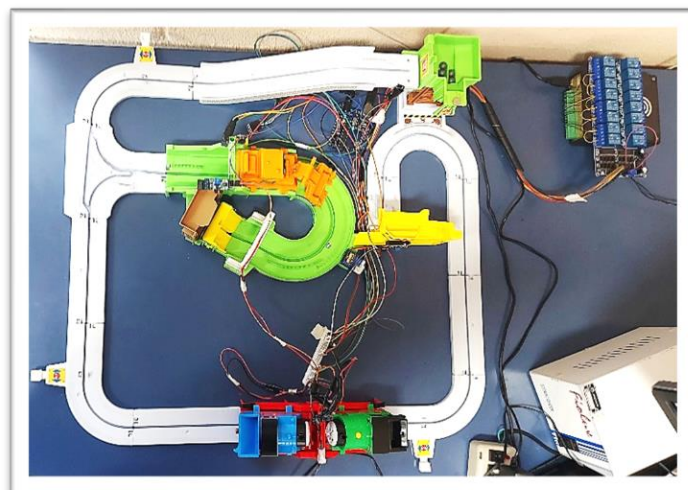


Figura 2 - Modelo Físico

Paralelamente a isso, o modelo virtual também foi sendo estudado e desenvolvido (Figura 3), sendo possível simular o funcionamento do modelo real inteiramente no modelo virtual, incluindo as incertezas presentes no sistema.

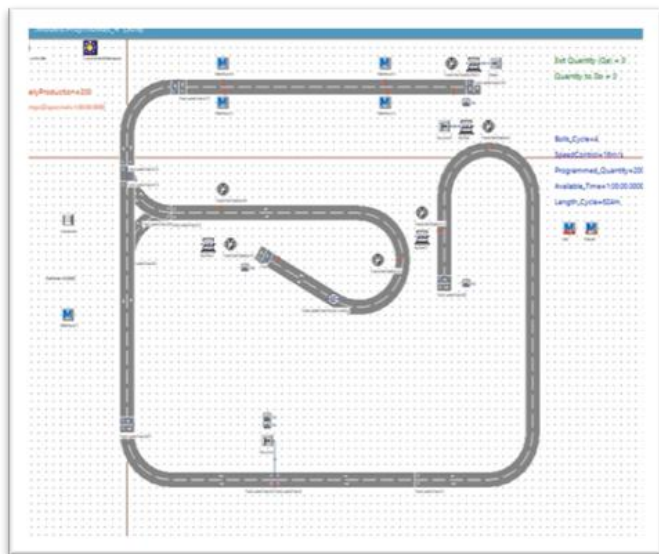


Figura 3 - Modelo Virtual

O próximo passo foi criar um novo veículo para transportar as cargas, pois o original do brinquedo não permite qualquer interferência externa, ou seja, nele não há parâmetros para serem alterados pela auto reprogramação. Sendo assim, utilizando o software Autodesk Inventor, foi modelado algumas peças que formariam o novo transportador para serem impressas em 3D (Figura 4).

Este novo veículo deveria ser capaz de realizar as mesmas funções do original e ainda deveria permitir o controle de velocidade realizado para adequar o tempo de produção ao valor esperado, compensando quaisquer eventuais erros durante o processo. Reutilizando algumas peças e imprimindo as peças projetadas, conseguimos inserir todos os componentes eletrônicos necessários, assim permitindo a auto reprogramação do sistema (Figura 5).

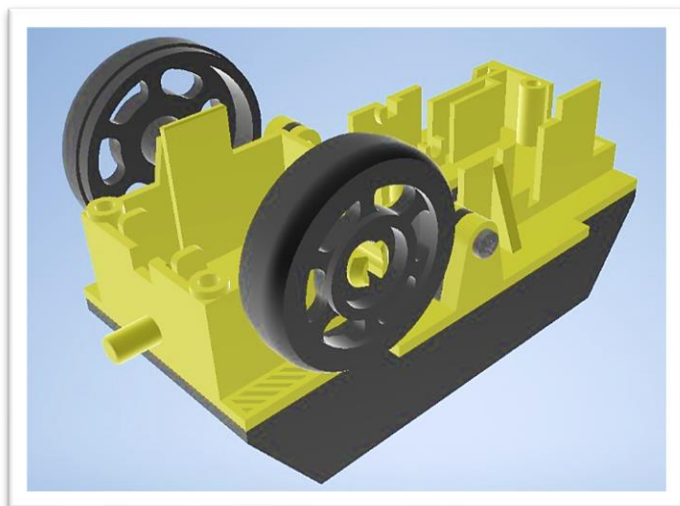


Figura 4 – Peças Modeladas

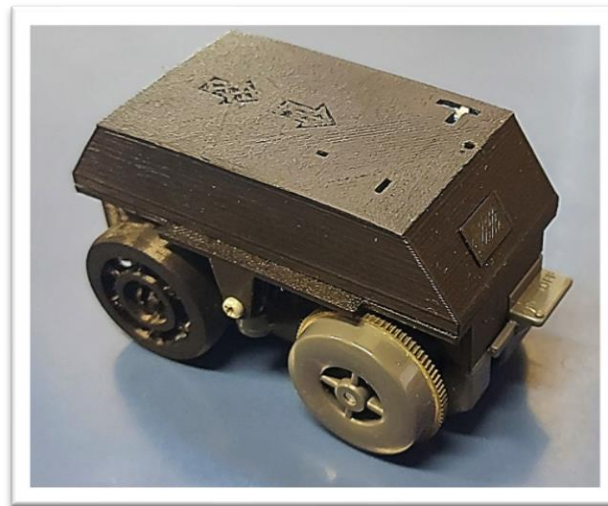


Figura 5 - Veículo Montado

Por fim, com todos os componentes funcionando individualmente foi preciso realizar a conexão entre eles, sendo ela formada por diversos tipos de comunicação e envolvendo tanto Hardware quanto Software, se tornando uma rede complexa e evidenciando a necessidade da criação da documentação do sistema, como guias e manuais (Figura 6).

Com a comunicação estabelecida, foi permitido que o programa detecte as falhas do sistema e reaja as condições encontradas e tente se manter nas metas de produção estipuladas. Para analisar o impacto foram realizados testes, afim de comparação.

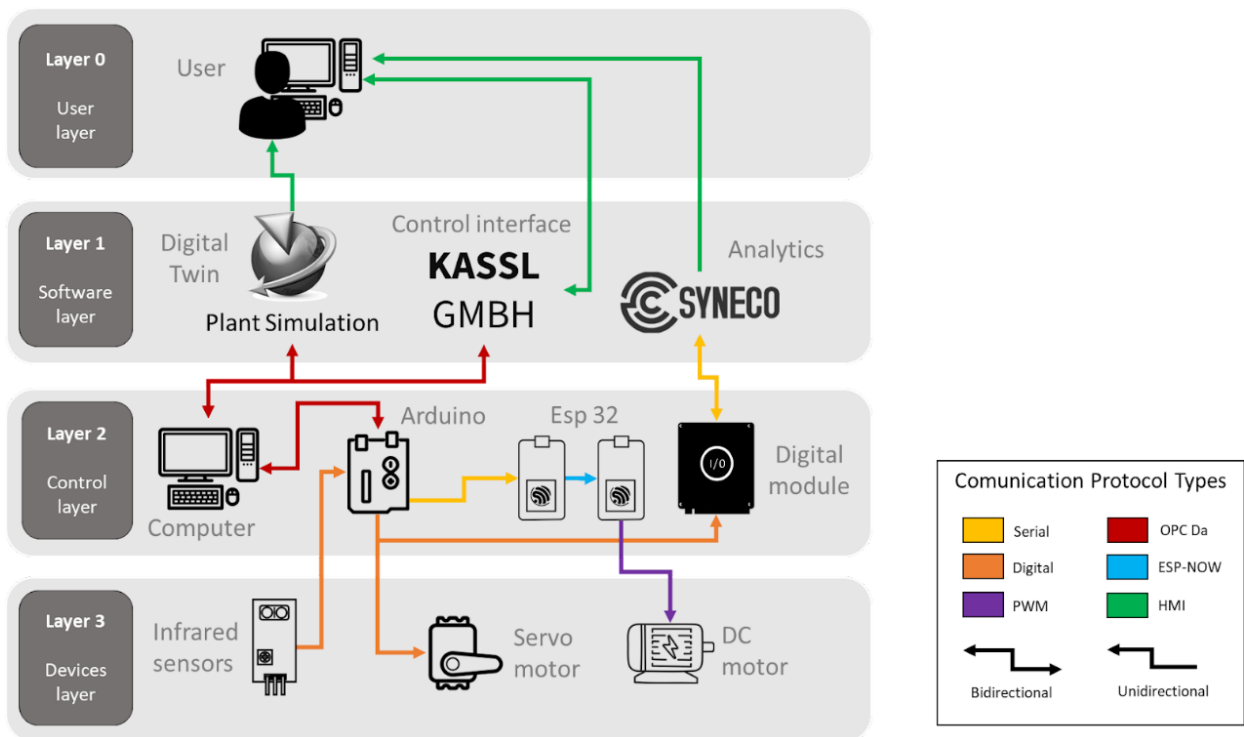


Figura 6 – Imagem criada para a documentação do sistema

Nessa comparação (Figura 7) foram usados 4 testes com 4 ciclos totais, onde T1, T2 e T3 são testes realizados com o veículo com a velocidade constante de 20 mm/s, já TSA (Speed Automation) utiliza o controle de velocidade ao término de cada ciclo para corrigir possíveis atrasos e por fim IT que seria o tempo desejado para a conclusão de cada ciclo. No gráfico temos a comparação direta entre as diferenças de somatória dos tempos gastos em cada ciclo com o tempo desejado considerando o ciclo médio, considerando um tempo desejado de 45 segundos. É possível observar como o tempo com o ajuste de velocidade ativo fica próximo ao tempo desejado, enquanto os demais se distanciam a cada ciclo.

Delta T x Tempo pretendido

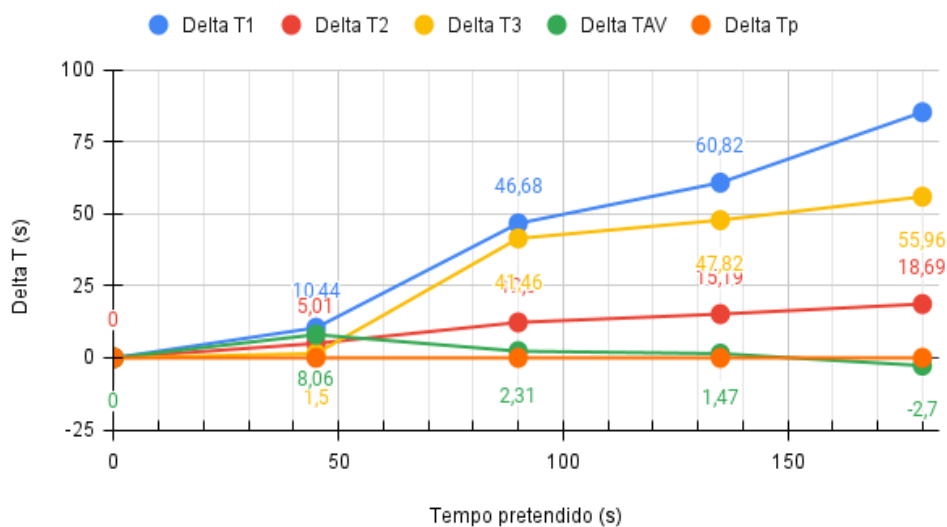


Figura 7 – Gráfico comparando a produção normal e a com auto reprogramação

CONCLUSÕES:

Em síntese, foi projetado e construído um protótipo que simula um sistema de produção para apoiar a implementação, testes e estudo das possibilidades de auto reprogramação de dito sistema. Para tal, foram feitas adaptações de automação do sistema, instalação de software de simulação computacional e criação de placas de circuitos eletrônicos.

Essa modelagem e a simulação do protótipo para auto reprogramação de um sistema de produção representam um avanço significativo no campo da Indústria 4.0, fornecendo uma base sólida para o desenvolvimento de sistemas de produção mais dinâmicos, adaptáveis e eficientes. Com a contínua evolução das tecnologias e aprimoramento das ferramentas de apoio à tomada de decisões, é possível vislumbrar um futuro promissor para a automação e otimização da produção, impulsionando a competitividade das empresas e a satisfação do mercado consumidor.

BIBLIOGRAFIA

- BARNI, A. et al. **Digital twin based optimization of a manufacturing execution system to handle high degrees of customer specifications.** *Journal of Manufacturing and Materials Processing*, v. 4, n. 4, 1 dez. 2020.
- CARDIN, O. et al. **Utilisation de la simulation proactive: une aide au pilotage des systèmes de production.** Conference Francophonenda MOdélisation et SIMulation. Anais...2006. Disponível em: <<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00620873>>
- FERRO, R.; ORDÓÑEZ, R. E. C.; ANHOLON, R. **Analysis of the integration between operations management manufacturing tools with discrete event simulation.** *Production Engineering*, v. 11, n. 4–5, p. 467–476, 1 out. 2017.
- HUANG, Z. et al. **A survey on AI-driven digital twins in industry 4.0: Smart manufacturing and advanced robotics***Sensors*, MDPI, 1 out. 2021.
- PARK, H. G. et al. **A Development of Object-oriented Simulator for Manufacturing Execution Systems.** *Computers & Industrial Engineering*, v. 37, p. 239–242, 1999.
- UYSAL, M. P.; MERGEN, A. E. **Smart manufacturing in intelligent digital mesh: Integration of enterprise architecture and software product line engineering.** *Journal of Industrial Information Integration*, v. 22, 1 jun. 2021.