



10º Siepex Salão Integrado de Ensino,
Pesquisa e Extensão da Uergs

20
anos



<http://pev-proex.uergs.edu.br/index.php/xsiepex/index>

ISSN do Livro de Resumos: 2448-0010

AUTOGEMINI - GÊMEOS DIGITAIS NA INDÚSTRIA 4.0

Vitor Macedo Ochôa¹; João Alvarez Peixoto²; André Borin Soares³.

¹Bolsista de Iniciação Científica FAPERGS; ²Professor Adjunto da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul(Uergs); ³Professor Orientador e Adjunto da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul(Uergs).

E-mails: vitor-ochoa@uergs.edu.br; joão-peixoto@uergs.edu.br; andre-soares@gmail.com.br

Resumo

O conceito de gêmeo digital, do inglês *Digital Twin*, está alinhado com esta nova perspectiva tecnológica, visando trazer para um ambiente digital, uma cópia do mundo real, permitindo a análise de vários aspectos de um objeto, um equipamento, um processo ou até mesmo uma planta industrial em sua totalidade. Com base na sistematização do conhecimento observado em artigos e livros, constatou-se a carência de pesquisas e experimentos que apresentem aplicabilidades reais dos gêmeos digitais na indústria brasileira, principalmente de manufatura. Este trabalho explorou o conceito de gêmeo digital com a modelagem de sistemas físicos por equações diferenciais de primeira e segunda ordem e interligação ao modelo virtual com o uso de um sistema microcontrolado de coleta de dados. Como resultado, montou-se um protótipo físico conectado a um modelo digital, refletindo seu estado e que pode ser adaptado para facilmente modelar diferentes sistemas físicos com as mesmas características em diferentes situações.

INTRODUÇÃO

A evolução da ciência da informação e sua entrada nos processos de produção está transformando a indústria, elevando-a para um novo paradigma de desenvolvimento organizacional. A Manufatura inteligente se refere a uma revolução de manufatura onde as máquinas de fabricação são totalmente conectadas por meio de redes sem fio, monitoradas por sensores e controladas por sistemas avançados de inteligência computacional para melhorar a qualidade do produto, sistema de produtividade e sustentabilidade, reduzindo custos. O recente avanço de tecnologias como, Internet das coisas (*Internet of Things* - IoT), computação em nuvem, Sistemas Físico-Cibernéticos (*Cyber Physical Systems* - CPS) fornece uma base chave para manufatura moderna avançada [1,2].

O Gêmeo Digital ou *Digital Twin* é uma abordagem para integração de sistemas físicos e virtuais, cujo principal objetivo é elevar o desempenho do sistema real através de informação gerada no ambiente virtual, que replica o funcionamento e estado das partes físicas. É alimentado por dados de sensores, o que reflete a situação instantânea deste objeto no mundo real [3,4]. O Gêmeo Digital permite que as empresas tenham uma visão digital completa de seus produtos, desde o design e desenvolvimento até o final do ciclo de vida do produto.

Um Gêmeo Digital aplicado no contexto da indústria 4.0 permite que sejam resolvidos problemas muito significativos para os processos produtivos atuais, como, a possibilidade de agir previamente, com planejamento adequado, evitando paradas indesejadas traduzem-se em economia para a empresa, redução de gastos com compras e contratos de emergência, além de economia com logística comercial necessária para evitar o desabastecimento do mercado. Além da aplicação a processos de manufatura, uma das ferramentas de grande importância que compõe a solução de *Digital Twin* no contexto deste trabalho consiste na aplicação a sistemas físicos, que utiliza um modelo computacional para imitar o



<http://pev-proex.uergs.edu.br/index.php/xsiepex/index>

ISSN do Livro de Resumos: 2448-0010

comportamento do sistema real através de um modelo de simulação, que é atualizado a partir de dados do sistema físico em tempo real.

Segundo Pegden et al. (1990)[7], a simulação é o processo de projetar um modelo computacional de um sistema real e conduzir experimentos com este modelo para entender seu comportamento e/ou avaliar estratégias previstas em sua operação. Essa ferramenta é capaz de fornecer diferentes cenários, considerando fatores conjuntamente ou individualmente, a fim de apoiar a tomada de decisão em relação à escolha do melhor cenário conforme os interesses da empresa. A simulação de modelos permite ao analista realizar estudos sobre os correspondentes sistemas para responder questões do tipo "O que aconteceria se?". Talvez o principal apelo ao uso desta ferramenta é que tais questões podem ser respondidas sem que os sistemas sob investigação sofram qualquer perturbação, uma vez que os estudos são realizados no computador [8]. Ao combinar-se esta ferramenta com dados reais do sistema físico em tempo real, tem-se potencializada a sua utilização. Assim, o uso do *Digital Twin* permite uma análise aprofundada do gêmeo físico, permitindo uma otimização de produtos, processos ou mesmo uma linha de produção.

MATERIAIS E MÉTODOS

Vários sistemas utilizados na indústria podem ser representados modelos caracterizados por equações diferenciais de primeira e segunda ordem, incluindo tanques, fornos, sistemas massa-mola, bobinadoras, pontes rolantes, dentre outros. De forma a modelar este tipo de sistema, o experimento realizado foi a elaboração de modelos computacionais e físicos que tenham o mesmo comportamento dinâmico. Como estes sistemas podem ser representados por um circuito elétrico equivalente, utilizou-se para a modelagem da parte física um circuito do tipo RC (Resistor-Capacitor) para a representação de sistemas de primeira ordem e o RLC (Resistor-Indutor-Capacitor) para a representação de sistemas de segunda ordem.

Os sistemas foram modelados usando equações diferenciais. Foi possível simular as condições desses circuitos com diferentes variáveis e condições iniciais. A linguagem de programação escolhida para o sistema de aquisição de dados e simulação foi a linguagem C#. Foram construídas interfaces com o objetivo de gerar gráficos a partir de dados fornecidos pelo usuário (simulação) ou para recebimento de dados em tempo real, transmitidos pelo sistema de aquisição de dados. Para a implementação do sistema físico e do sistema de coleta de dados, foi implementado um protótipo com os seguintes materiais:

- Uma placa Arduino Uno
- Capacitores de 1 μ F
- Resistor de 330 Ω
- Jumpers(fios)
- Protoboard

O código do Arduino atua da seguinte forma: inicialmente o circuito é alimentado com 5V ou 0V através da porta D8 como estímulo de entrada para o sistema. Continuamente é realizada a leitura da tensão sob o capacitor (resposta do sistema) através da porta A0 e transmitida ao modelo em execução em um PC, junto com o tempo da medição. Quando a leitura alcança 4,99V a alimentação é cortada, e quando alcança 0,005V é religada, reiniciando o processo. Temos então continuamente carga e descarga do capacitor e leitura da tensão sob o mesmo e o tempo correspondente. Os dados alimentam o modelo simulado, e são exibidos em um gráfico.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a realização dos experimentos, pode-se observar a eficiência das simulações baseando-se nos resultados obtidos em comparação com os gráficos gerados em tempo real, conforme mostrado nas figuras 1 e 2.

Figura 1 - Simulação do circuito a partir de dados inseridos pelo usuário

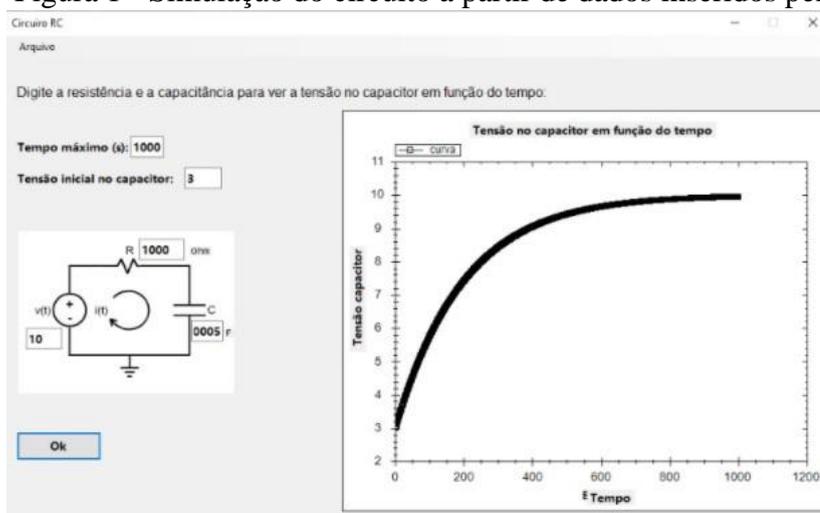
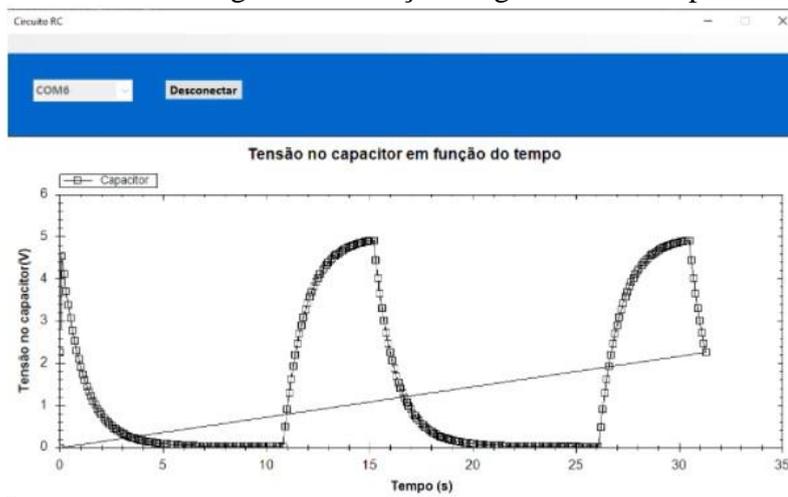


Figura 2 - Geração do gráfico em tempo



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia de Digital Twin, foco principal deste trabalho, é um tema que vem se fortalecendo e tornando-se cada vez mais frequente nas empresas. Porém os desafios para alcançar o estado da arte desta tecnologia são inúmeros, principalmente no cenário industrial brasileiro onde os processos de manufatura utilizam muitas operações manuais e coleta de dados insuficientes ou em meios inadequados para tratamento das informações, tais como anotações em papéis e planilhas Excel [9].

Apesar de tudo, o Brasil tem um enorme potencial e pode encarar de frente este cenário de transformação, mas precisa utilizar uma metodologia bem definida para a transição, identificando em cada etapa as ferramentas e os elementos chave de sucesso, além de definir questões estratégicas através



<http://pev-proex.uergs.edu.br/index.php/xsiepex/index>

ISSN do Livro de Resumos: 2448-0010

de iniciativas que envolvam o governo, indústria, instituições de ensino e institutos de tecnologia.

O Gêmeo Digital ainda é uma tendência, visto que muitos objetos, equipamentos e sistemas não possuem as características específicas do Gêmeo Digital, restringindo sua aplicação a poucas situações[10]. Porém, futuramente, existe uma capacidade muito grande do Gêmeo Digital estar inserido no mercado, uma vez que a quantidade de elementos que estão ligados à internet e que possuem sensores vêm aumentando constantemente.

AGRADECIMENTOS: este estudo foi financiado pela FAPERGS.

REFERÊNCIAS

- [1] WANG, J.; MA, Y.; ZHANG, L.; GAO, R.X.; WU, D. Deep learning for smart manufacturing: Methods and applications, *Journal of Manufacturing Systems*, v. 48, p. 144-156, 2018.
- [2] SANTOS, B. P.; ALBERTO, A.; LIMA, T. D. F. M.; CHARRUA-SANTOS, F. M. B. Industria 4.0: Desafios e Oportunidades. *Revista Produção E Desenvolvimento*, v. 4, n. 1, p. 111-124, 2018. Disponível em: <https://revistas.cefet-rj.br/index.php/producaoedesenvolvimento/article/view/316>. Acesso em: 29 ago. 2021.
- [3] MUSSOMELI, A. et al. **Expecting digital twins**. *Deloitte Insights*, 2018. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/signals-for-strategists/understanding-digital-twin-technology.html> . Acesso em: 29 jun. 2021.
- [4] PARROT, A.; WARSHAW, L. **Industry 4.0 and the digital twin**: Manufacturing meets its match. *Deloitte Insights*, 2017. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/industry-4-0/digital-twin-technology-smart-factory.html> Acesso em: 29 jun. 2021.
- [5] QUINALHA, E. **Gêmeos digitais, o futuro da indústria 4.0**: estudo de caso. 2018. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Redes de Computadores e Teleinformática) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.
- [6] GRIEVES, M. **Digital twin**: manufacturing excellence through virtual factory replication. 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/275211047_Digital_Twin_Manufacturing_Excellence_through_Virtual_Factory_Replication Acesso em: 29 ago. 2021.
- [7] PEGDEN, C.D. et al. **Introduction to Simulation Using SIMAN**, New York, USA: McGraw-Hill. 1990.
- [8] FREITAS FILHO, P. J. **Introdução a Modelagem e Simulação de Sistemas com Aplicações em Arena**. 2 ed. Florianópolis: Visual Books, 2008.
- [9] WATANABE, A. **Modelagem de uma planta virtual de produção de PCBs via digital twin dentro do contexto da indústria 4.0**. 2020. 92f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Mecatrônica) - Instituto Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2020.
- [10] DA SILVA, R. B. Gêmeo Digital de Um Objeto: Aplicação da Etapa de Criação de um Poste de Iluminação. 2019. 61f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.