

# ANÁLISE DE ENERGIA DE UMA FRESADORA A PARTIR DE INFORMAÇÕES ARMAZENADAS EM NUVEM

Diego Ortega Fialho Cesário<sup>1</sup>, Ricardo Janes<sup>2</sup>, Fabio Lima<sup>3</sup>  
 Departamento de Engenharia de Automação e Controle, Centro Universitário FEI  
[Digs.fialho@gmail.com](mailto:Digs.fialho@gmail.com), [Janes@fei.edu.br](mailto:Janes@fei.edu.br)

**Resumo:** O trabalho propõe a realização de uma conexão IoT (Internet of Things) cyber-física entre o software Tecnomatix Plant Simulation®, da Siemens, utilizado para a digitalização de processos fabris, e o Mindsphere®, uma plataforma em nuvem para o armazenamento de dados, com o intuito de se obter uma simulação praticamente síncrona com dados reais de consumo energético de uma fresadora CNC educacional, presente no laboratório de manufatura, com o viés para a criação de um “gêmeo digital” da máquina dentro do software de simulação por meio de cloud-computing (computação em nuvem). Desta forma, obteve-se uma réplica digital da máquina de usinagem que possibilita o monitoramento de consumo de energia à distância e a liberdade para estudar melhorias no processo de fabricação de forma prática, além de ampliar a complexidade e dinamismo do meio digital, caminhando para uma maior inserção do laboratório na Indústria 4.0.

## 1. Introdução

Utilizado pela primeira vez em 2011 na Alemanha, o termo “Indústria 4.0” é o nome dado à nova era industrial marcada por uma revolução tecnológica que proporcionou a interconectividade de máquinas, portanto, a criação de ecossistemas inteligentes dentro do escopo fabril. Os principais avanços desta indústria estão dentro dos conceitos de *IoT*, *Cloud Computing* e os CPSs (*Cyber-Physical Systems*), que representam as vertentes que se ramificam em diversos assuntos. Além disso, houve um grande desenvolvimento no modo de se fabricar e gerenciar serviços e produtos de forma mais eficiente, autônoma e com conexão sem fio (*wireless*). Destaca-se o *IIoT* (*Industrial Internet of Things*), que melhor define o segmento da Indústria 4.0 propostos neste trabalho, pois, engloba a conexão entre máquina e software por meio de dispositivos como sensores e controladores em busca de troca de informações em tempo real. Diante disso, houve a criação dos chamados gêmeos digitais, ou seja, réplicas de máquinas físicas no mundo digital. Eles têm como finalidade a reprodução da atividade do mundo físico nos computadores para a realização de simulações preditivas e gerenciamento à distância, que podem dentre outros itens, verificar o consumo energético do equipamento em tempo real e estimar seu futuro útil, por exemplo.

## 2. Metodologia

Partindo-se do estudo das ferramentas do *Tecnomatix* e do *Mindsphere*, foi possível estabelecer uma entrada e saída para informações geradas pela fresadora. Por meio de um *retrofit*<sup>4</sup> realizado na máquina, pôde-se obter a leitura de corrente, tensão e potência e desta forma, foi

possível ter essas informações armazenadas em uma plataforma em nuvem. Após isso, os dados presentes nessa plataforma puderam ser acessados constantemente por um código em *python*<sup>®</sup> e transportados no formato SQL (*Structured Query Language*) para o módulo de comunicação externa presente no *software* do *Plant Simulation*<sup>®</sup>. Foram criadas variáveis dentro do *software* para nomear os valores de energia que chegam dentro de um intervalo de tempo. Por final, uma representativa digital da máquina (*Station*) foi configurada para funcionar de acordo com os valores reais produzidos em laboratório, de maneira fiel à realidade.

A primeira etapa do trabalho consistiu na revisão bibliográfica e do estudo das ferramentas da *Siemens*: O *Tecnomatix Plant Simulation* e o *Mindsphere* (figuras 1, 2 e 3):

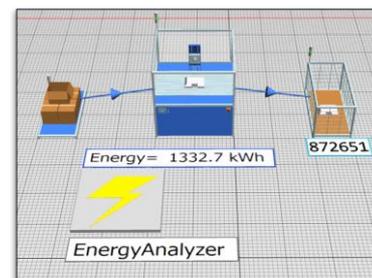


Figura 1 – análise de energia de uma Station.

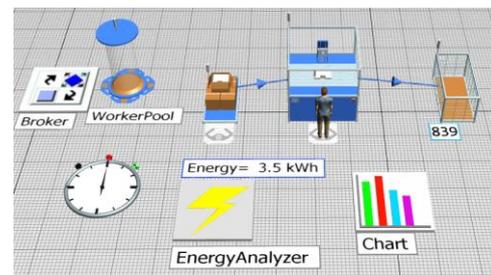


Figura 2 – Análise de energia de uma Station sendo operada por um humano.

Referente à visualização dos dados gerados pela fresadora por meio do *Mindsphere*, a forma de onda preta refere-se à potência, a verde, à tensão e a azul, corrente:

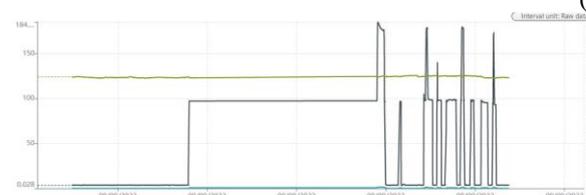


Figura 3 – Gráfico dos parâmetros de energia da fresadora armazenados pelo *Mindsphere*.

A entrada de informações se dá pela plataforma do *Mindsphere* e a saída pelo Tecnomatix. Com essas duas áreas bem consolidadas, a próxima etapa foi a busca de formas para transportar os dados da nuvem para o software.

Utilizando-se o python e o módulo de comunicação externa SQLite® presente no Tecnomatix, foi possível implementar os valores armazenados pelo Mindsphere dentro da Station e fazer o monitoramento do consumo energético pela linha de produção criada no software, uma vez que ela representaria a fresadora no meio digital:

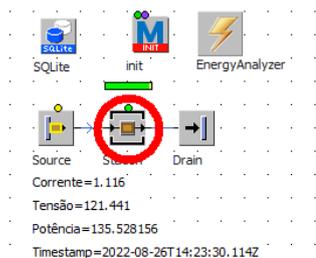


Figura 4 – Esquemático para análise em tempo real do consumo energético da fresadora por meio do Tecnomatix

### 3. Resultados

Como resultado do projeto, a conexão promovida entre o *Mindsphere* e a representativa digital da fresadora dentro do software *Tecnomatix Plant Simulation*, trouxe a possibilidade de monitorar o processo de usinagem em seus detalhes mais importantes como o consumo de energia momentâneo e o consumo energético total por hora em kilo-watts-hora. Além disso, é possível identificar o estado da máquina - se a mesma se encontra em *stand-by*, portanto desligada mas ainda gerando uma corrente baixa, se ela está operacional, ou seja, está ligada mas não executa nenhuma ação ou se ela está trabalhando, logo, usinando alguma peça por meio da redução de material de alguma matéria prima:

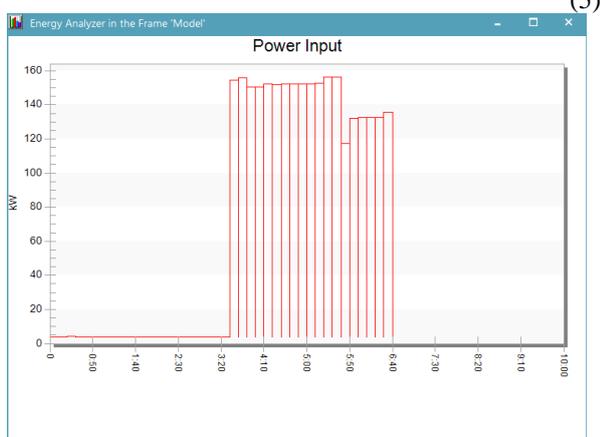


Figura 5 – Potência gerada dentro de um intervalo de funcionamento

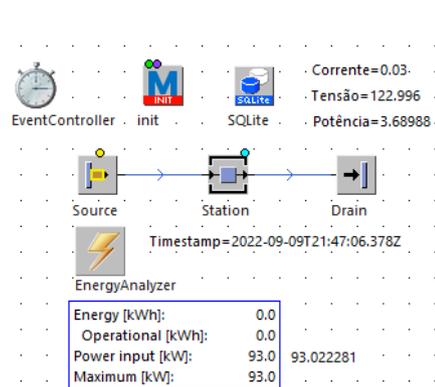


Figura 6 – Simulação do processo de usinagem, utilizando dados reais gerados pela fresadora.

### 4. Conclusões

O estudo proporcionou um caminho muito útil para a inserção da tecnologia no mundo da Indústria 4.0, pois, possibilita uma integração de plataformas digitais com máquinas físicas abrindo espaço para inúmeras implementações futuras, como a construção de gêmeos digitais para plantas industriais, controle e monitoramento remoto de uma extensa produção em tempo real e à distância, otimizando assim aspectos inerentes a custos operacionais de implantações e manutenções, assim como aspectos de previsibilidade na execução das diversas demandas em linhas de produção. Muito conhecimento agregado ao projeto foi adquirido, como o uso de ferramentas novas e antigas para a finalidade de se produzir dentro da Internet das Coisas, ciência de dados, computação em nuvem e interconectividade. Desse modo, o projeto possui um grande potencial a ser explorado e incorporado na engenharia.

### 5. Referências

- [1,2,4,5,6] Tecnomatix Plant Simulation®, Siemens, 2022.  
 [3] Mindsphere, Siemens, 2022.

### Agradecimentos

À instituição Centro Universitário FEI por fornecer recursos para trabalhar e professores para auxiliar o processo além do empréstimo de materiais. Agradecimento à minha colega Tais Uguetto<sup>5</sup>, por me indicar para os professores, que me orientaram na IC. E um grande agradecimento ao aluno doutorando Rafael Gomes Alves<sup>4</sup> pela significativa ajuda e atenção, essenciais para a realização do trabalho.

<sup>1</sup> Aluno de IC do Centro Universitário FEI (CNPq). Projeto com vigência de 10/2021 a 09/2022.

<sup>2</sup> Doutor e Professor de engenharia de automação e controle e produção e orientador da IC no Centro Universitário FEI

<sup>3</sup> Doutor e Professor de engenharia de produção e co-orientador da IC no Centro Universitário FEI

<sup>4</sup> VICENTIN, Alexandre. Implementação de retrofit em máquinas industriais legadas para a inserção no contexto da indústria 4.0. São Bernardo do Campo, 2021.

<sup>5</sup> Doutorando, mestre, formado em engenharia mecânica no Centro Universitário FEI

<sup>6</sup> Aluna de engenharia de Automação e Controle no Centro Universitário FEI