

SENSORIAMENTO E INTEGRAÇÃO DE MÁQUINAS-FERRAMENTA CNC EM AMBIENTE DE MANUFATURA AVANÇADA COM VISTAS OPERAÇÕES PREDITIVAS

Matheus Sá Cardoso¹; Herman Augusto Lepikson²

¹Graduando em Engenharia da computação; Iniciação científica voluntária; matheus.cardoso@aln.senaicimatec.edu.br

²Centro Universitário Senai Cimatec; Salvador-BA; herman.lepikson@fieb.org.br

RESUMO

Um dos principais problemas que as organizações industriais hoje enfrentam é o de integrar seus equipamentos legados, isto é, antigos, mas produtivos, nos sistemas digitalizados de gestão e controle da produção. Esta integração depende de aquisição e sensoriamento das variáveis críticas e da habilidade de conexão e comunicação desses dados em redes capazes de operar nos ambientes industriais. O objetivo deste artigo é construir um sistema ciberfísico (CPS) capaz de coletar informações de máquinas CNC para seu monitoramento visando às operações preditivas. O CPS proposto é baseado em uma revisão de estado da arte de sistemas industriais inteligentes. O resultado da pesquisa constata que monitorar CNC é crucial para melhorar seu desempenho e eficiência, considerando as possibilidades apresentadas pelas tecnologias habilitadoras da indústria 4.0.

PALAVRAS-CHAVE: Aquisição de dados; CNC; Indústria 4.0;

1. INTRODUÇÃO

A indústria 4.0 (I4.0) representa um avanço importante no desenvolvimento da capacidade da manufatura avançada em produzir mais, em menos tempo e com melhor qualidade. A I4.0 lidera a era da digitalização, a qual o IoT (Internet of Things) e o CPS (CyberPhysical System) estão entre as principais tecnologias da nova revolução industrial.¹ Nessa era, sensores, microcontroladores, máquinas, dispositivos irão gradualmente estar todos conectados e integrados ao sistema de produção.¹ Por exemplo, o CPS é capaz de controlar, monitorar e transferir dados em tempo real de uma máquina para um sistema digitalizado de gestão e controle da produção.

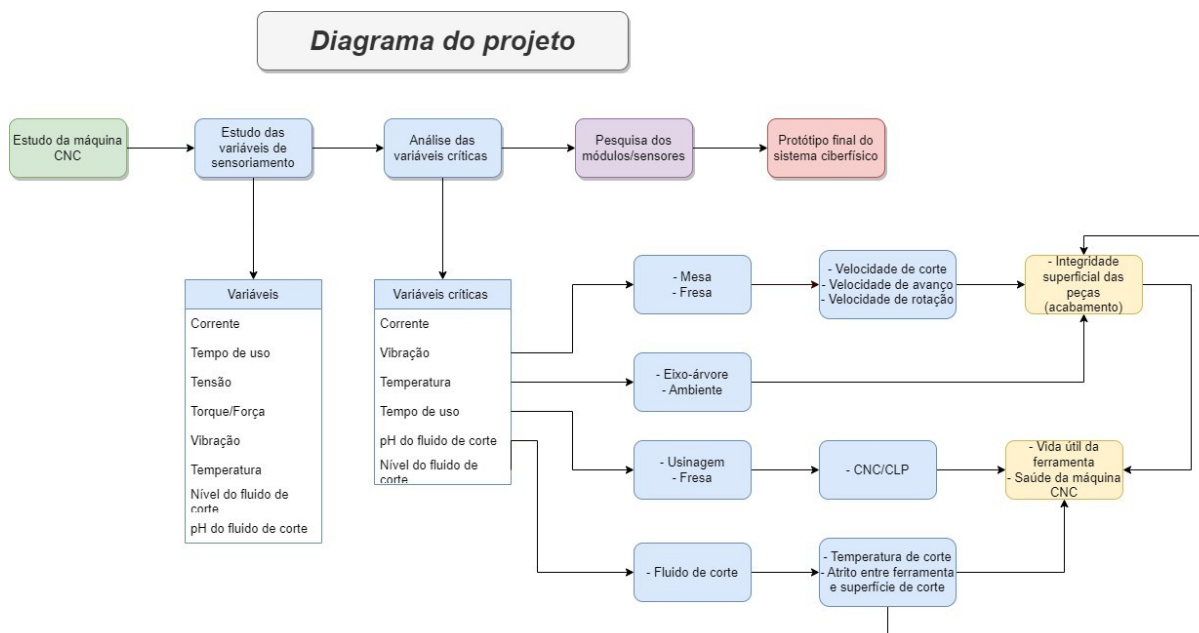
Mas a implementação do conceito I4.0 nas indústrias ainda é complexo e caro. As máquinas CNC são importantes exemplos de equipamentos legados, extremamente produtivos, que necessitam de integração ao novo modelo de manufatura avançada. Atualmente, as máquinas CNC possuem um sistema limitado de coleta de dados, baixa adaptabilidade e extensão de uso, tornando assim difícil integrá-las ao modelo da indústria 4.0.² Não conformidades do equipamento são detectados de forma tardia, e muitas informações são perdidas durante o processo sem a utilização de um CPS.³ Atualmente, as indústrias estão utilizando dois tipos de manutenção em máquinas: corretiva e preventiva. Esses métodos são limitados, pois eles não possuem um cronograma planejado de manutenção, são baseados em eventos aleatórios, ou a manutenção só ocorre quando a máquina já está quebrada.

Diante disso, o trabalho desenvolvido visou avaliar as variáveis críticas que afetam o desempenho das máquinas CNC propondo um CPS, com o objetivo de integrá-las em ambiente operacional coerente com a indústria 4.0. Ele se propõe a criar um protótipo dessa tecnologia, integrando-a à arquitetura CNC, para adquirir dados da máquina em tempo real e do ambiente de chão de fábrica, coletando informações deles e por fim, criando um ecossistema conectado no espaço ciberfísico para monitorar e controlar o processo produtivo de máquinas CNC em uma planta industrial de forma mais eficiente.

2. METODOLOGIA

A metodologia do projeto utilizada é baseada em um diagrama visual que descreve cada etapa da pesquisa. Uma das principais etapas consiste em identificar quais são as variáveis críticas da máquina CNC para a coleta e análise de dados e seu objetivo final é construir um CPS que seja capaz de extrair informações do equipamento, fornecendo inteligência para o sistema visando à realização manutenções baseadas em predições.

Diagrama visual do projeto



Fonte: autores

Primeiramente, foi pesquisado como uma máquina CNC funciona, seu contexto de uso e qual informação é possível obter utilizando os próprios dispositivos do equipamento (por exemplo, controlador lógico programável). A próxima etapa visou à análise de quais as variáveis podem ser importantes para a inspeção da máquina e chão de fábrica. Em seguida, o processo de coleta dos dados foi dividido em 2 partes: análise de quais variáveis podem ser coletadas diretamente do equipamento e quais os sensores serão necessários para a coleta de outros dados [5]. Após isso, uma revisão da literatura também foi feita para avaliar quais as variáveis seriam críticas para a produtividade e eficiência da máquina [4]. Por fim, um protótipo de um CPS será desenvolvido para atingir esse objetivo.

O principal desafio da pesquisa é classificar quais as variáveis possuem grande impacto durante o processo de manufatura e quais os dados podem ser analisados para determinar o estado da máquina CNC para que sua operação seja otimizada. Após esse diagnóstico, algumas informações extras podem ser extraídas baseadas em relações causais que podem mensurar os impactos do processo. Por exemplo, a variável velocidade de corte de uma fresa, durante o processo de fresamento, causa vibração, que é uma informação importante a qual pode prever quando o equipamento está no seu limite de estresse e quando a ferramenta deverá ser substituída, o que afeta a qualidade do material usinado [4]. Já o monitoramento da temperatura do ambiente, em casos de máquinas CNC de alta precisão, é crucial para evitar problemas de tolerância de peças (dimensões) usinadas por conta do fenômeno da expansão térmica. Em seguida, o tempo de uso é crucial para calcular o tempo de vida da ferramenta e do estado da máquina CNC [5]. Também acompanhar o pH do fluido de corte pode ser utilizado para aferir a qualidade e reduzir atrito entre a peça e a fresa.

Em conclusão, o protótipo do CPS integrado a arquitetura CNC visa fornecer informações sobre a máquina em tempo real, monitorando seu desempenho e saúde com o objetivo de aplicar manutenção preditiva. Elas permitem o operador antecipar as falhas e planejar em tempo hábil um plano de ação para otimizar o processo produtivo industrial. Com tudo isso, o chão de fábrica será capaz de tomar melhores decisões utilizando um sistema digitalizado de gestão e controle dos processos.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As indústrias têm como objetivo produzir mais, em menos tempo e com melhor qualidade.¹ No entanto, elas ainda enfrentam desafios para modernizar seus processos aderentes a indústria 4.0. Monitorar

e integrar equipamentos industriais é uma parte do processo de eliminar as “ilhas de máquinas”, problemas imprevisíveis e processos manuais ineficientes.³ Agora, não conformidades podem ser detectadas com rapidez e um amontoado de informação, antes perdida, pode ser utilizada para planejar uma manutenção preditiva e por conseguinte, monitorar a performance dos equipamentos de uma forma mais inteligente. Então, a partir da pesquisa será possível construir um CPS que pode maximizar a produção das máquinas CNC permitindo que máquinas legadas transitem a nova era da indústria.

Os impactos de possuir esse sistema são: custos, qualidade, flexibilidade e tempo de resposta, que influenciam em vantagens competitivas da indústria.³ A fase de avaliação de variáveis críticas define como a CNC pode construir produtos de uma forma mais rápida e econômica com a melhor performance. Então, a investigação do impacto das variáveis críticas é a chave para mensurar os custos e a complexidade associados a produção.⁴ Além disso, analisar a saúde do equipamento é útil para planejar manutenção preventiva e monitorar a performance de cada equipamento considerando o seu ofício na no processo de manufatura.

Então, sensoriar os dados da máquina CNC estão associados a reduzir tempo de máquina ociosa, consumo de energia e as perdas imprevisíveis.⁴ A tecnologia CPS auxilia as indústrias a tomarem melhores decisões sobre suas operações, especificamente, planejar manutenções de tal forma que o chão de fábrica não irá parar, e isso são vantagens valiosas assumindo o alto grau de competitividade do mercado e manufatura.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse projeto ainda possui três passos finais para alcançar seu propósito. O primeiro passo é investigar como é possível coletar todos os dados da máquina CNC. Alguns deles estão disponíveis na máquina, mas outros necessitam instalação de sensores. Por exemplo, pH e temperatura são variáveis que só podem ser extraídas por sensores específicos. Já tempo de uso, avanços e rotações geralmente pode ser coletado do próprio equipamento. O segundo passo é utilizar o PDMA (Plataforma Digital de Manufatura Avançada) que está em desenvolvimento para adquirir os dados de sensores externos e da máquina, disponibilizar em um base de dados estruturada para historiar os dados dos processos. E, por fim, realizar testes do protótipo desenvolvido na planta de manufatura avançada no Senai Cimatec para demonstrar o seu potencial.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer a Planta de Manufatura Avançada do Senai Cimatec e aos colaboradores que colaboraram significativamente para a realização do projeto.

5. REFERÊNCIAS

- 1 ALCÁCER, V.; CRUZ-MACHADO, V. **Scanning the Industry 4.0: A Literature Review on Technologies for Manufacturing Systems**. Engineering Science and Technology, an International Journal, v. 22, n. 3, p. 899–919, jun. 2019.
- 2 GUO, Y.; SUN, Y.; WU, K. **Research and development of monitoring system and data monitoring system and data acquisition of CNC machine tool in intelligent manufacturing**. International Journal of Advanced Robotic Systems, v. 17, n. 2, p. 172988141989801, 1 mar. 2020.
- 3 FERRAZ JR, F.; COELHO, R. T. **Data acquisition and monitoring in machine tools with CNC of open architecture using internet**. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, v. 26, n. 1-2, p. 90–97, 20 fev. 2004
- 4 BONACINI, L. **Sistema dedicado de aquisição de dados para obtenção de assinaturas de processo em torno CNC**. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18145/tde-04122019-143055/en.ph>> Acesso em: 16 jul. 2023.
- 5 MARTINS, J. **Desenvolvimento de um sistema para monitoramento e controle de máquinas CNC aplicando conceitos da indústria 4.0**. 2019.