

Sistemas de correias: manutenção preditiva com MCSA e redes LSTM

1.ª Parte

J.Costa ⁽¹⁾, José Torres Farinha ^(1,3), Mateus Mendes ^(1,3), J.O.Estima ⁽²⁾

joaopaulocosta1014@gmail.com, tfarinha@isec.pt, mmendes@isec.pt, jorge.estima@enging.pt

⁽¹⁾ Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Coimbra, Portugal

⁽²⁾ Enging – Make Solutions, Coimbra, Portugal

⁽³⁾ RCM² – Centro de Investigação em Gestão de Ativos e Sistemas de Engenharia, Coimbra, Portugal

RESUMO

As falhas nas correias industriais representam desafios significativos para as operações industriais, frequentemente resultando em períodos de inatividade e intervenções para manutenção. Este estudo apresenta uma abordagem abrangente à análise das falhas nas correias, recorrendo a técnicas avançadas de monitorização e diagnóstico. Através da integração do *Motor Current Signature Analysis* (MCSA) e de algoritmos de Aprendizagem Computacional, nomeadamente redes *Long Short-Term Memory* (LSTM), o objetivo é prever e detetar a degradação de correias em tempo real. A metodologia envolve a recolha e pré-processamento de dados espectrais brutos de ativos industriais e, em seguida, a criação e otimização de modelos preditivos. A eficácia da abordagem é demonstrada através de testes com dados reais, mostrando a sua capacidade de prever e detetar com precisão as falhas das correias e permitir estratégias de manutenção mais precisas. Os resultados obtidos revelam um elevado nível de precisão na previsão de falhas nas correias, com os modelos desenvolvidos a superarem consistentemente os métodos tradicionais. A incorporação de redes LSTM conduziu a uma melhoria significativa nas capacidades de previsão, permitindo a deteção precoce de padrões de degradação e intervenção atempada. Ao aproveitar o poder da análise preditiva, a pesquisa mostra um caminho promissor para melhorar a eficiência operacional e minimizar os períodos de inatividade não planeados em ambientes industriais. Este estudo não só contribui para o campo da manutenção preditiva, como também sublinha o potencial transformador das tecnologias avançadas de monitorização na otimização da fiabilidade e desempenho dos ativos.

Palavras-Chave: Falha nas correias; Manutenção Preditiva; MCSA; LSTM; Predição de falhas; Ativos industriais

1. INTRODUÇÃO

A grande maioria das aplicações industriais depende de motores de indução para impulsionar a sua produção e atender aos requisitos operacionais. A construção robusta, combinada com custos mais baixos e manutenção simplificada devido à ausência de escovas e comutadores, representa algumas das principais vantagens dos motores de indução. Dado que a maioria das cargas industriais envolve este tipo de máquinas, as falhas tornam-se um gargalo crítico em processos industriais vitais. Um motor de indução consiste principalmente num rotor e num estator. O estator contém um conjunto de enrolamentos, geralmente alimentados por corrente alternada, que produz um campo magnético rotativo. O rotor, que é tipicamente uma gaiola de esquilo, é uma peça condutora que está

livre para girar no campo magnético produzido pelo estator. Quando a corrente é aplicada ao estator, o campo magnético rotativo induz corrente no rotor [1]. Esta corrente induzida cria um campo magnético oposto que interage com o campo magnético do estator, originando um binário no rotor, fazendo-o girar [2]. No entanto, apesar da sua eficiência, os motores de indução estão sujeitos a falhas, representando um desafio significativo para a manutenção industrial [3] [4]. Uma das falhas mais comuns nos motores de indução é a falha das correias, que pode resultar em graves interrupções nos processos industriais e custos associados à substituição da correia, bem como a paragem da máquina [5][6]. Portanto, prever e prevenir falhas tornou-se uma prioridade na manutenção industrial.

Com o avanço tecnológico, tanto a indústria quanto a academia têm dedicado esforços na análise de dados, visando aumentar a eficiência, produtividade e a redução de custos. No entanto, uma vantagem primordial deste investimento é a capacidade de prever falhas nos ativos e identificar as suas causas, permitindo assim uma redução nos recursos alocados para reparações e minimizando potenciais eventos críticos de falha nos ativos.

Várias técnicas têm sido usadas para identificar falhas em dados elétricos, incluindo a transformada de Fourier, algoritmos clássicos e Redes Neurais Artificiais (ANN) [7]. As ANN destacam-se como os métodos de Aprendizagem Computacional mais comumente utilizados para previsão devido ao seu desempenho excecional em sistemas não lineares multidimensionais complexos. A sua capacidade de processar eficientemente informação não linear torna-as particularmente robustas contra ruídos. Uma variedade de arquiteturas de redes neuronais, com camada única ou multicamada, Redes Neurais Recorrentes (RNN), *Long Short-Term Memory* (LSTM) e Redes Neuronais Modulares (MNNs) têm sido usadas para realizar manutenção preditiva de sistemas industriais.

Assim, este artigo foca-se numa das falhas mais comuns nos motores de indução: a falha da correia. O estudo, inicialmente, foca-se num modelo de previsão simples, nomeadamente o ARIMA [8][9] e, posteriormente em modelos mais complexos, como LSTM [10][11]. No final, a pesquisa concentra-se em desenvolver um modelo de previsão dinâmico e robusto capaz de prever eficientemente a degradação da correia com base nos dados elétricos brutos registados por sensores. Todas as análises neste estudo foram conduzidas no domínio do tempo e o modelo proposto foi projetado para prever antecipadamente a degradação da correia e as falhas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A deteção e o diagnóstico de falhas são métodos avançados de supervisão e monitorização de falhas. A deteção e o diagnóstico de falhas