

Desenvolvimento de uma plataforma móvel para visualização de grandezas de um motor de indução trifásico

Development of a mobile platform for viewing the magnitudes of a three-phase induction motor

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo introduzir novas funcionalidades em uma plataforma móvel existente voltada para monitoramento de motores de indução trifásicos. Para isso, foram levantadas as características e os detalhes do funcionamento do sistema, o que possibilitou o desenvolvimento de um servidor dedicado e uma nova lógica que melhorou o desempenho da leitura dos dados. Os experimentos realizados com o protótipo desenvolvido mostraram que as novas funcionalidades tornaram o sistema mais robusto e capaz de executar confortavelmente em dispositivos móveis com capacidade computacional limitada.

PALAVRAS-CHAVE: Dados. Monitoramento. Servidor. Sistema.

ABSTRACT

This work aims to introduce new functionalities in an existing mobile platform focused on monitoring three-phase induction motors. For this, we raised the characteristics and details of the system's functioning, which enabled develop a dedicated server and a new logic that improved the data reading performance. The experiments carried out with the developed prototype showed that the new functionalities made the system more robust and capable of running comfortably on mobile devices with limited computing capacity.

KEYWORDS: Data. Monitoring. Server. System.

Lucas Akio Ogawa

ogawa@alunos.utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, Paraná, Brasil

Silvio Ricardo Rodrigues

Sanches

silviosanches@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, Paraná, Brasil

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

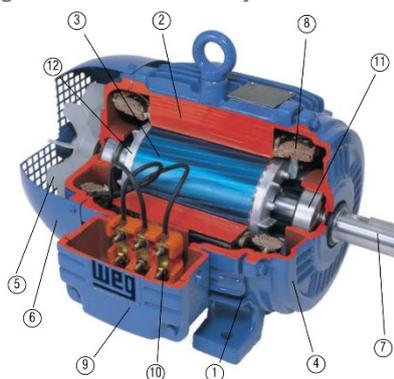


INTRODUÇÃO

Os motores elétricos são de grande importância para o ramo industrial, principalmente em áreas de refinarias, mineração, automotiva, química e ferroviária. Grande parte desses motores são do tipo de indução, devido ao seu baixo custo, alta confiabilidade e fácil manutenção.

As características físicas do motor de indução trifásico (MIT), mostradas na Figura 1, podem ser divididas em estator e rotor. Os componentes do rotor são o núcleo de chapas (item 3 da figura), o eixo (item 7 da figura), a barra e os anéis de curto-circuito (item 12 da figura). Os componentes do estator são a carcaça (item 1 da figura), o núcleo de chapas (item 2 da figura) e o enrolamento trifásico (item 8 da figura).

Figura 1: Motor de Indução Trifásico



Fonte: WEG (2005)

Os MITs são alimentados por um sistema trifásico de três fios espaçados de 120° e são acionados através de uma fonte de corrente alternada. O princípio de funcionamento desse motor é baseado na formação de um campo magnético rotativo de valor proporcional à corrente. Esse campo é gerado no estator a partir da corrente alternada que passa em suas bobinas. Quando um enrolamento trifásico (item 8 da figura) é alimentado por correntes trifásicas, é criado um “campo girante” no estator, de intensidade constante, que por sua vez induz tensões nas barras do rotor (item 12 da figura) que geram correntes e um campo de polaridade oposta ao do “campo girante” no rotor. Como campos opostos se atraem e o campo do estator é rotativo, este tende a acompanhar a rotação, fazendo com que o motor gire.

Um problema para o processo de produção é impossibilidade de evitar falhas nos motores de indução. Essas falhas podem causar tanto uma parada momentânea quanto um dano permanente ao motor. Para minimizar prejuízos, é importante que um diagnóstico precoce das falhas seja obtido e que a interrupção da linha de produção possa ser planejada (GLOWACZ, 2018, p.82).

Uma forma de realizar a manutenção preventiva é a paralisação e averiguação dos motores de indução. Em um cenário de linha de produção da indústria moderna, paradas para averiguação de todos os motores gera perda de tempo e produtividade. Uma solução mais viável para esse problema é o monitoramento constante dos motores por meio da análise das grandezas elétricas e mecânicas desses equipamentos. Uma vez verificadas anormalidades nessas grandezas, pode-

se determinar o momento adequado paralisação do motor específico (JÚNIOR, 2015, p.14).

Inserindo neste contexto, o presente trabalho implementa melhorias na plataforma para monitoramento dos motores de indução, por meio da análise de grandezas elétricas e mecânicas, desenvolvida por Ogawa (2019). A ferramenta permite o monitoramento constante desses equipamentos. As melhorias implementadas neste trabalho consistem no desenvolvimento de um servidor próprio e na otimização de alguns módulos do sistema, o que melhorou o desempenho da aplicação.

MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente, para entender as características físicas e o funcionamento dos motores de indução trifásicos (MITs) foi utilizado o estudo realizado por Mamede Filho (2000). Soluções para transmissão de dados desses motores para sistemas de monitoramento já estão incluídos em equipamentos comerciais. O Smart Sensor da empresa ABB Ability™ e o Motor Scan da WEG são exemplos dessas soluções. As funcionalidades desses equipamentos foram analisadas neste trabalho.

Ambas as soluções necessitam que um sensor seja acoplado na carcaça do motor para realizar a leitura de temperatura e aceleração. Essas informações são enviadas via *bluetooth* para um *smartphone* ou do *smartphone* para uma plataforma própria da empresa. Com essas informações, a plataforma disponibiliza no próprio *smartphone* ou em outra plataforma do cliente as informações coletadas e uma classificação do motor entre vermelho (questão crítica, possível de falha), amarelo (requer observação, necessita de manutenção) e verde (tudo correto, pode continuar operando), tendo essa classificação realizada por algoritmos não especificados pelas empresas. Os sensores podem ser observados na Figura 2 e na Figura 3.

Figura 2: AAB - Smart Sensor



Fonte: AAB (2020)

Figura 3: WEG - Motor Scan



Fonte: WEG (2020)

O sistema desenvolvido por Ogawa (2019) utiliza o software XAMPP para a comunicação com o computador que funciona como um servidor de arquivos que pode ser acessado em uma rede local. Esses arquivos armazenavam valores de grandezas elétricas e mecânicas, mais especificamente Tensão AB, Tensão BC, Tensão AC, Corrente A, Corrente B, Corrente C e Tempo de MITs. O sistema também possui uma plataforma móvel, desenvolvida na IDE Android Studio, que requisita a cada 5 segundos os arquivos do servidor. Esses arquivos são processados e apresentam o monitoramento de cada grandeza graficamente. A necessidade do software XAMPP é considerado uma limitação do projeto original, uma vez que afeta o desempenho da transmissão de dados. O desenvolvimento de um servidor próprio para o armazenamento dos arquivos melhorou o desempenho e as modificações da interface da aplicação original trouxe vantagens e termos de usabilidade e de visualização das informações.

O novo servidor foi projetado para funcionar com duas rotas de requisição: a primeira retorna os nomes dos arquivos que ele armazena e segunda retorna o o próprio arquivo. Entre as ferramentas utilizadas no desenvolvimento do servidor destaca-se o software Node.js e o *framework* Express.js. Ainda em relação ao servidor foi realizado o *deploy* no serviço de hospedagem Heroku para que seja possível acessar o servidor remotamente. O software Postman foi utilizado para testar as funcionalidades do servidor, sem que um dispositivo móvel real fosse necessário para testes exaustivos. Tais testes foram em sua maioria análises de requisições e tempo de respostas do servidor.

O estudo realizado por Donolo (2016) afirma que o desequilíbrio de tensão e a distorção harmônica podem afetar a potência, o torque e as vibrações nos motores de indução. Além disso, o desequilíbrio de tensão junto com a distorção harmônica pode gerar níveis de vibração sob os quais a operação do motor não é recomendada. O autor conclui que em uma análise de causa de níveis de vibrações indevidas, problemas mecânicos podem ser descartados.

Com o objetivo de monitorar esse tipo de falha, foi adicionado ao sistema o cálculo da Distorção Harmônica Total (DHT) da tensão e da corrente, que é obtido por meio da Eq. (1) e Eq. (2) respectivamente (Silva, 2017).

$$DHT_V = \sqrt{\frac{\sum_{h=2} V_h^2}{V_1}} \quad (1)$$

$$DHT_I = \sqrt{\frac{\sum_{h=2} V_I^2}{I_1}} \quad (2)$$

O cálculo e a visualização gráfica da DHT representa uma melhoria importante em relação ao sistema original.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 4 é possível observar os testes realizados para verificar as funcionalidades do servidor. Utilizando o Postman foram realizadas requisições e os retornos foram verificados. Com base nessas imagens, é possível identificar que o servidor funcionou de acordo com as expectativas citadas anteriormente, ou seja, retornando o nome dos arquivos na Figura 4a, e na Figura 4b, o próprio arquivo é retornado.

Figura 4: Servidor

(a) Requisição dos motores

(b) Requisição de um motor em específico

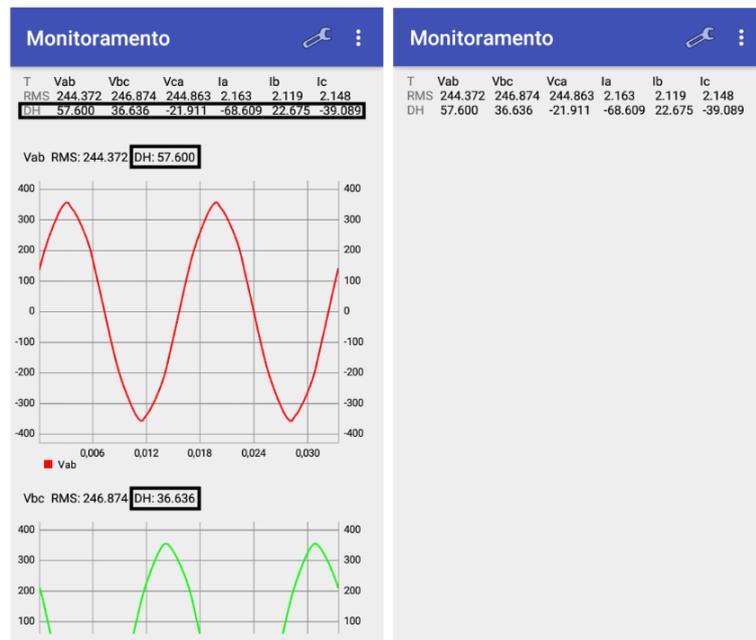
Fonte: Autoria Própria

A última adição na ferramenta foi o cálculo do DHT e a apresentação dos resultados para o usuário. Na Figura 5 é possível observar em destaque os valores de DHT de tensão e corrente.

Analisando os resultados, eles foram obtidos conforme previsto na proposta. Alguns desses resultados podem ser destacados, como o servidor, que além de facilitar os testes, mostrou melhor desempenho que o da versão anterior do sistema, deixando aberto a novas funcionalidades. Outro destaque foi o cálculo do DHT que, mesmo quando submetido ao processamento de grande de dados, o sistema se comportou de forma aceitável.

CONCLUSÃO

Figura 5: Aplicativo



Fonte: Autoria Própria

A melhoria da plataforma para monitoramento facilitou a requisição dos dados e sua visualização por meio do dispositivo móvel. Além disso, a inserção de mais um cálculo de grandeza permite que a versão atual do sistema ofereça ao usuário informações adicionais a respeito de possíveis falhas no motor. Os objetivos traçados na proposta foram alcançados com sucesso.

Como perspectivas de trabalhos futuros, é sugerido a alteração do local onde é realizado todo o processamento de dados para o servidor, visto que um dispositivo móvel possui pouco recurso computacional e o sistema lida com uma quantidade grande de dados. Sugere-se também o desenvolvimento de um algoritmo para realizar a predição do motor, caracterizando-o como saudável ou operando com falhas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, que tornaram tudo isso possível, além da UTFPR e ao meu orientador Silvio Ricardo Rodrigues Sanches por proporcionarem a realização deste projeto, que só tem a agregar na carreira acadêmica. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Universidade Tecnológica Federal do Paraná/Brasil, por meio do Programa Institucional de Voluntariado em Iniciação Científica da UTFPR (PVICT).

REFERÊNCIAS

GLOWACZ, Adam. Acoustic based fault diagnosis of three-phase induction motor. *Applied Acoustics*, v. 137, p. 82-89, 2018.

JÚNIOR, L. C. M. **Sistema de Monitoramento de Máquinas Elétricas via TCP/IP**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, 2015.

OGAWA, L. A. Transferência e Visualização de Dados em Dispositivos Móveis. **XXIV Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica**, 2019.

MAMEDE FILHO, João. Instalações Elétricas Industriais. Grupo Gen-LTC, 2000.

DONOLO, Pablo et al. Voltage unbalance and harmonic distortion effects on induction motor power, torque and vibrations. **Electric power systems research**, v. 140, p. 866-873, 2016.

DA SILVA, Mauren Pomalis Coelho; LEBORGNE, R. C.; BARROZO, V. Análise de Alocação de Filtros para Mitigação de Distorção Harmônica em Sistemas Elétricos de Distribuição. **CLAGTEE**, 2017.

WEG. Motores Elétricos: Linhas de Produtos, Características, Especificações, Instalações e Manutenções, 2005.

ABB AbilityTM. Smart Sensor – Motores que avisam quando é a hora do reparo. Disponível em: <https://new.abb.com/motors-generators/pt/servicos/servicos-avancados/smart-sensor>. Acesso em: 14 ago. 2020.

WEG. WEG Motor Scan. Disponível em: <https://www.weg.net/wegmotorscan>. Acesso em: 14 ago. 2020.