

SOFTWARE DESENVOLVIDO PARA CÁLCULO DA POTÊNCIA DE MOTOR ELÉTRICO

Fabrcio Leite Alves¹
Esdras Sousa Soares²
Fernanda Beatriz Aires de Freitas³
Dorgival Albertino da Silva Jnior⁴

INTRODUÇÃO

O crescimento da frota veicular mundial chegou a 1 bilho de veculos segundo a Organizao Mundial da Indstria Automobilstica (OICA) em 2007. No Brasil, a frota superior a 30 milhes de unidades e, entre 2009 e 2010 o nmero de licenciamentos de automveis foi maior do que 6,6 milhes, significando um aumento de 20% da frota em dois anos (Anfavea, 2011). Em parte dessa composio veicular esto os motores eltricos, os quais possuem aplicaes desde pequenas motocicletas at grandes navios e aeronaves. Uma importante abordagem foi realizada para otimizao da potncia eltrica de um trem, considerando o consumo de energia e o conforto de conduo deste (Lei *et al.*, 2019).

Entende-se como motor eltrico uma mquina que transforma energia eltrica em energia mecnica, sua utilizao atende a vrios tipos de motores, tendo em conta as vantagens da energia eltrica baseado numa construo simples, de flexibilidade e apropriao de cargas e rendimentos (Fra). O desempenho do motor eltrico se da pela interao entre os campos eletromagnticos, embora existam motores baseados em outras ocorrncias eletromecnicas como as foras eletrostticas.

O rendimento retrata o grau de ocorrncia em que um processo de transferncia de energia realizado. Genericamente, este parmetro calculado atravs da relao entre os termos de um resultado desejado e de um fornecimento necessrio (Çengel e Boles, 2006). No trabalho de Nutakor *et al.* (2018) foi estudado sobre o desenvolvimento e a validao de um sistema de engrenagens planetrias integradas para o modelo de perda de potncia do motor eltrico de imanes permanentes.

Recentemente foram realizados estudos sobre a eficincia da potncia em um sistema de trao eltrica com utilizao de motores de induo trifasicas (Pomponi *et al.*, 2018). Os motores eltricos possuem poucas perdas na transformao de energia. Devido a isso, o rendimento energtico dessas mquinas considerado alto. O motor eltrico de induo se destaca entre os demais tipos de motores disponveis no mercado, podendo ser utilizado em ambientes hostis, explosivos, com poeiras e etc. Este tipo de motor eltrico possui baixo

¹ Graduando pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal Rural do Semi-rido - UFERSA, fabricioalves80@hotmail.com;

² Graduando do Curso de Engenharia Eltrica da Universidade Federal Rural do Semi-rido - UFERSA, esdrassousasoares@hotmail.com;

³ Mestranda do Curso de Engenharia Mecnica da Universidade Federal de Uberlndia - UFU, fernanda.beatriz@ufu.br;

⁴ Professor orientador: Doutor pelo Curso de Engenharia Mecnica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, dorgival.silva@ufersa.edu.

Este trabalho resultado de um projeto de pesquisa em ensino que tem como orgo financiador a AAMEG da Universidade Federal Rural do Semi-rido (UFERSA).

custo, princípio de funcionamento acessível e pouca necessidade de manutenção (Guedes, 1994).

Os motores de indução estão sujeitos aos desgastes que possam causar-lhes algumas falhas. Esses defeitos podem ocorrer devido ao desbalanceamento no estator ou no rotor, e a problemas nos enrolamentos, nas barras ou nos rolamentos (Siddique; Yadava; Singh, 2005). As irregularidades nos motores elétricos relacionam conceitos mecânicos e elétricos. Os fatores que causam problemas mecânicos são: vibração, expansão térmica, fricção, corrosão, fadiga mecânica, fratura, deformação ou erosão. Já os fatores que causam problemas elétricos são: descargas parciais, degradação térmica, resistência de contato, magnetização, aquecimento elétrico, e indução eletromagnética (Hattangadi, 2005).

O estator e o rotor são fabricados de chapas de aço e com isolamento elétrico. Por isso diminuem, consideravelmente, as perdas por correntes parasitas e aumentam o rendimento da máquina (Fitzgerald; Kingsley; Kusko, 1975 e Nasar, 1984).

A potência dos motores é medida geralmente por equipamentos como dinamômetros, utilizando técnicas para absorver a energia fornecida pelo motor. Alguns dinamômetros fazem esse processo dispondo de um freio de fricção mecânica, mas devido não serem flexíveis, não são indicados para veículos com grau de potência elevado (Pulkrabek, 1997).

Para tanto, o objetivo deste trabalho é desenvolver um aplicativo para dispositivos móveis com o intuito de calcular a potência útil de um motor elétrico, para assim, ser feito o dimensionamento correto deste e ainda facilitar no ensino aprendizagem dos alunos que utilizarem este aplicativo. Os principais parâmetros que influenciam a potência do motor são: a tensão, a corrente e a eficiência.

PROCEDIMENTO COMPUTACIONAL

No desenvolvimento do aplicativo para dispositivos móveis, inicialmente se fez necessário calcular alguns parâmetros, como:

- Eficiência do motor elétrico, dada através da divisão entre a potência útil e a potência total do motor;
- Potência do motor ideal, dada através da multiplicação da tensão (em Volt) e a corrente (em Ampere);

Para o dimensionamento efetivo de um motor, é necessário que a potência seja dada em Watts. Por esta razão, é calculada pela multiplicação entre a tensão (em Volt “V”), a corrente (em Ampere “A”) e a eficiência (em porcentagem “%”).

A plataforma utilizada para desenvolver o aplicativo é sustentada pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT). Para isso, é disponibilizada uma programação com código de linguagem aberta formada pela Google. O *software* desenvolvido, produzido no MIT App Inventor 2, torna-se bastante viável por estar disponível para todos os dispositivos com Sistema Operacional Android. E o usuário fornece os dados de entrada (tensão, corrente e eficiência), que são mostrados na tela inicial do *software*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para avaliação da eficiência do aplicativo, realizou-se um primeiro cálculo para estimar a potência de um motor, considerando a tensão de 380 V, corrente de 4 A e eficiência de 80%. Ao serem adicionados os valores, supracitados na tela inicial, foi calculado pelo aplicativo a potência do motor elétrico, a qual foi de 1216 W.

Em seguida, foi analisado a influência dos parâmetros dependentes em relação a potência do motor elétrico. Os parâmetros analisados foram os seguintes:

- Variação da voltagem do motor elétrico: plotou-se gráficos da variação da voltagem do motor elétrico com diferentes valores de corrente do sistema. No qual, foi analisado valores crescentes, já que a potência varia diretamente em conjunto com a corrente de voltagem;
- Variação da tensão do motor elétrico: plotou-se gráficos da variação da tensão do motor elétrico com diferentes valores de eficiência do motor. Observou-se valores crescentes, já que a potência varia de forma diretamente proporcional com a tensão e a eficiência do motor;
- Variação da corrente do motor elétrico: plotou-se gráficos da variação da corrente do motor elétrico com diferentes valores para a voltagem. Observou-se curvas crescentes, já que a potência varia de forma diretamente proporcional com a corrente e com a voltagem. E ainda foi obtido o gráfico de variação da corrente do motor elétrico com diferentes valores de eficiência do motor elétrico. Neste, foi possível observar também curvas crescentes, já que a potência varia de forma diretamente proporcional com a corrente e com a eficiência do motor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aplicativo desenvolvido apresenta grande aplicabilidade para o dimensionamento correto do motor elétrico que se deseja utilizar, de modo que possa informar um requisito fundamental fornecido pelos motores elétricos. É importante salientar que a partir da potência do motor, vários outros elementos do sistema influenciam seu desempenho, como por exemplo, a eficiência deste. E ainda que é uma ferramenta que pode ser utilizada para auxiliar no ensino-aprendizagem dos seus usuários.

Com os resultados obtidos, foi possível perceber que a potência de um motor elétrico expõe comportamentos diferentes em relação à tensão, à corrente e à eficiência. Os resultados do parâmetro analisado, expostos nos gráficos desenvolvidos, concordam que a potência do motor elétrico é modificada de modo diretamente proporcional a todos os valores dos parâmetros dependentes.

Palavras-chave: Motores elétricos; Energia elétrica; Energia mecânica; Potência; Ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ANFAVEA. **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira**. 2011.

ÇENGEL, Y. A.; BOLES, M. A. **Termodinâmica**. 5ª ed., McGraw-Hill, 2006.

FITZGERALD, A. E.; KINGSLEY, C.; KUSKO, A. **Máquinas elétricas: conversão eletromecânica da energia processos, dispositivos e sistemas**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

FRANCHI, C. M. **Acionamentos elétricos**. 4ª ed., São Paulo: Editora Érica Ltda, 2008.

GUEDES, M. V. O motor de indução trifásico: seleção e aplicação. **Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto**, 1994.

HATTANGADI, A. A. **Plant and machinery failure prevention**. New York: McGraw-Hill, 2005.

LEI, F.; BAI, Y.; ZHU, W.; LIU, J. A novel approach for electric powertrain optimization considering vehicle power performance, energy consumption and ride comfort. **Energy**. v. 167, p. 1040 – 1050, 2019.

NASAR, S. A. **Máquinas elétricas**. São Paulo: McGraw Hill do Brasil, 1984.

NUTAKOR, C.; MONTONEN, J.; NERG, J.; HEIKKINEN, J.; SOPANEN, J.; PYRHÖNEN, J. Development and validation of an integrated planetary gear set permanent magnet electric motor power loss model. **Tribology International**. v. 124, p. 34-45, 2018.

POMPONI, C.; SCALZI, S.; PASQUALE, L.; VERRELLI, C. M.; MARINO, R. Automatic motor speed reference generators for cruise and lateral control of electric vehicles with in-wheel motors. **Control Engineering Practice**. v. 79, p. 126 – 143, 2018.

PULKRABEK, W. W. **Engineering fundamentals of the internal combustion engine**. United States of America: Prentice Hall, 1997.

SIDDIQUE, A.; YADAVA, G. S.; SINGH, B. A review of stator fault monitoring techniques of induction motors. **IEEE Transactions on Energy Conversion**, v. 20, n. 1, p. 106-114, 2005.