

CONSTRUÇÃO DE UM VEÍCULO ELÉTRICO NOS MOLDES DA 12^a MARATONA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

*Lucas Filipe Testa¹; Augusto Miozzo²; Claudinei C. Caon³; Gustavo A. Peruzzo⁴;
Tiago Possato⁵; Alécio Comelli⁶*

INTRODUÇÃO

O crescente aumento no consumo de energia elétrica, decorrente do desenvolvimento tecnológico da sociedade tem levado a inúmeras pesquisas que tem como foco a melhoria da eficiência energética e o aproveitamento de fontes alternativas de energia. Apesar dos esforços empregados no desenvolvimento de tecnologias alternativas de energia, o petróleo é bastante utilizado atualmente, principalmente nas áreas de transporte e locomoção.

No Brasil existe pouca oferta de veículos elétricos comerciais e sua aceitação é bastante modesta, considerando que as montadoras que disponibilizam estes modelos de veículos aplicam a tecnologia proveniente de outros países, o produto final oferecido possui alto valor financeiro e não encontra base tecnológica, fora da concessionária capaz de sanar algum eventual problema de ordem técnica.

O conhecimento das recentes tecnologias aplicadas à fabricação de veículos elétricos e o desenvolvimento tecnológico aplicado podem permitir a maior utilização de veículos elétricos reduzindo os problemas ambientais e melhorando a mobilidade no Brasil. Nesse contexto, este trabalho apresenta a construção de um

¹ Aluno do Instituto Federal Catarinense, Videira. Curso técnico em eletroeletrônica. E-mail: lucasfilipe123@gmail.com

² Aluno do Instituto Federal Catarinense, Videira. Curso técnico em eletroeletrônica. E-mail: augustomiozzo@gmail.com

³ Aluno do Instituto Federal Catarinense, Videira. Curso técnico em eletroeletrônica. E-mail: claudineicaon@hotmail.com

⁴ Aluno do Instituto Federal Catarinense, Videira. Curso técnico em eletroeletrônica. E-mail: gustavoperuzzo@hotmail.com

⁵ Técnico do Instituto Federal Catarinense, Videira. Laboratório de eletroeletrônica. E-mail: tiago.possato@ifc-videira.edu.br

⁶ Professor Orientador do Instituto Federal Catarinense, Videira. Curso técnico em eletroeletrônica. E-mail: alecio.comelli@ifc-videira-edu.br



veículo elétrico de acordo com o regulamento da competição denominada Maratona da Eficiência Energética. O foco do projeto é verificar a eficiência energética do veículo desenvolvidos pelos alunos do IFC Videira com o objetivo de participar da competição. O desenvolvimento de um veículo elétrico completo, desperta o interesse e a motivação dos alunos, permitindo consolidar e integrar as teorias de diferentes eixos temáticos em uma aplicação prática que requer a interdisciplinaridade, por esta razão este tópico também é apresentado neste trabalho.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O Desenvolvimento do veículo elétrico no IFC Videira teve início em dezembro de 2014 com a aprovação do projeto de pesquisa contemplado na chamada 017/2014 do CNPq. Após a publicação do resultado iniciaram-se os estudos de trabalhos cujo tema principal é a construção de veículos elétricos principalmente em universidades brasileiras.

Com forte presença na maioria dos trabalhos os principais fatores que aparecem como responsáveis pela boa eficiência em veículos são: menor peso, menor atrito, melhor aerodinâmica e maior rendimento do acionamento/motor (RIGHI, COSTA e MOLENDÀ 2010). Com o objetivo de atender estes requisitos a construção do veículo iniciou-se com a construção da estrutura do chassi.

Projeto e a construção do chassi

O Chassi é uma estrutura rígida desenvolvida para suportar os outros componentes tais como motor, rodas e sistema de direção. Uma técnica bastante usada e inclusive sugerida em (MARATONA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, 2016) consiste em desenvolver esta estrutura utilizando tubos de aço, alumínio ou qualquer outro material rígido, conhecido também como chassi tubular. O chassi desenvolvido para o veículo elétrico do IFC Videira foi projetado no software de desenho técnico Autocad® e pode ser visto na Figura 1.

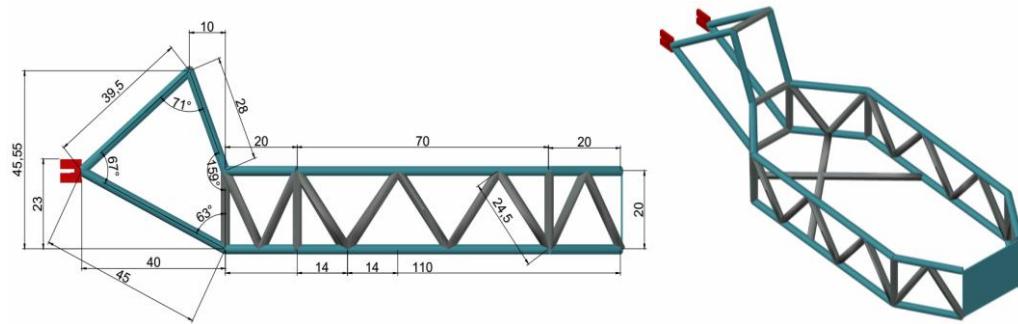


Figura 1: Desenho do chassi do veículo elétrico.

Como pode ser observado na Figura 1 o veículo foi desenhado com treliças, ou seja, estruturas compostas por triângulos bastante utilizadas nas áreas das engenharias mecânica e civil por serem resistentes e leves.

O material mais adequado para a confecção do chassi do ponto de vista de relação resistência/peso é o alumínio, entretanto, o alumínio requer uma técnica mais elaborada no o processo de soldagem quando comparado ao aço-carbono. Considerando que o protótipo passa por constantes atualizações o chassi foi inicialmente construído com tubos de $\frac{3}{4}$ " em aço carbono e processo tradicional de solda com eletrodo. O chassi é o maior componente do veículo e o que mais impacta no seu peso. A massa total do veículo é de aproximadamente 60kg e este expressivo valor deve-se a utilização de aço carbono na estrutura do chassi e no sistema de direção. Figura 2 apresenta o veículo montado sob o chassi



Figura 2: Veículo elétrico montado sob o chassis.

Sistema de direção

Para a construção do protótipo o sistema de direção foi desenvolvido buscando a simplicidade e o menor peso possível. O sistema é composto de uma barra de direção que possui conectado a uma de suas extremidades o volante e na outra extremidade uma estrutura tubular em “V” como apresentado na Figura 3.



Figura 3: Sistema de direção com estrutura tubular.



Conforme pode se observar na Figura 3, a direção é fabricada com tubos conectados por meio de parafusos. As rodas dianteiras escolhidas para a construção do veículo elétrico são rodas de bicicletas aro 26. A roda traseira é uma roda de bicicleta com aro 24 que possui no centro um motor elétrico substituindo o tradicional cubo de rolamentos. O motor localizado no centro da roda elimina o sistema de transmissão entre o motor e a roda eliminando as perdas deste elemento.

O motor

O motor adquirido para a aplicação é um motor elétrico tipo BLDC de 350w 36VCC com imãs permanentes, elevado número de pólos e conexão das bobinas em estrela. A Figura 4 apresenta o motor utilizado no veículo.



Figura 4: Vista interna do motor.

É possível verificar na Figura 4 que o motor utilizado não possui escovas para alimentação das bobinas localizadas no estator. O sistema de comutação por escovas envolve o atrito entre as escovas e os anéis coletores acentuando o desgaste e apresentando as perdas por comutação. O motor sem escovas é uma escolha adequada do ponto de vista de eficiência energética, mas apresenta uma necessidade de controle mais complexo.



Controle e acionamento do motor

O funcionamento do motor do tipo BLDC é controlado por um conversor que alimenta as bobinas do motor de forma sequencial baseado na realimentação de três sensores de efeito hall. Os sensores informam ao conversor a posição atual do rotor para que o conversor possa controlar o sentido de giro e a velocidade do motor. A Figura 5 apresenta a sequência de alimentação das bobinas do motor trifásico e a atuação dos sensores de efeito Hall.

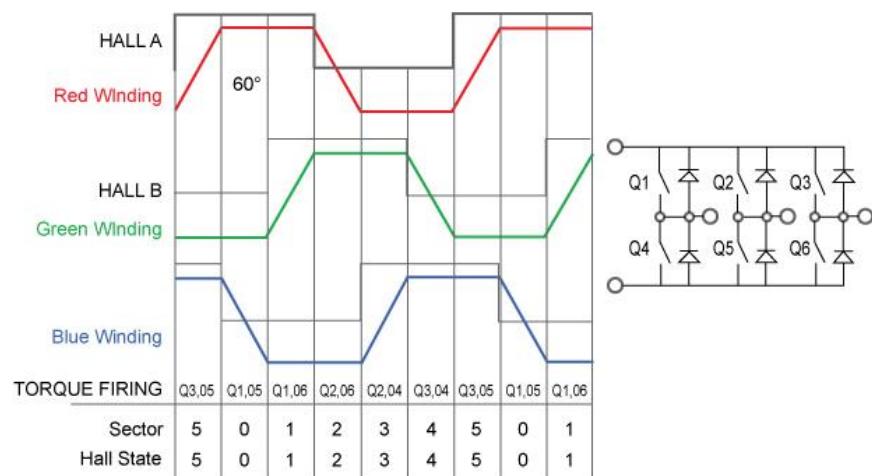


Figura 5: Alimentação das bobinas de um motor BLDC.

Fonte: (MICROCHIP, 2006)

Telemetria

Para a medição da eficiência energética do veículo foi desenvolvido um sistema de telemetria para obter tensão e corrente elétrica, rotação do motor e temperatura conforme apresentado na Figura 6.

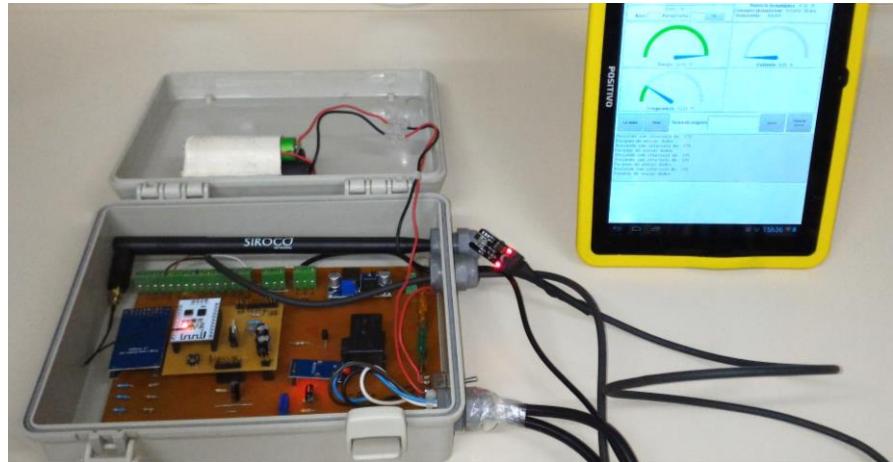


Figura 6: Sistema de medição e monitoramento remoto

Os principais componentes utilizados na confecção da placa de Telemetria foram: uma placa de desenvolvimento Arduino uno, um sensor de corrente ACS712 - 30A, um sensor de efeito Hall SS41, um módulo de WiFi ESP8266 e um gravador de cartão SD. As informações adquiridas pela telemetria são armazenadas no cartão na forma de arquivo e enviadas periodicamente pela rede local até um tablet ou celular. Com as informações coletadas é possível calcular dados como: potência elétrica instantânea, energia consumida, velocidade, distância e temperatura.

Envolvimento dos alunos e submissão de propostas

Inicialmente o projeto era desenvolvido com o envolvimento do professor orientador, dois alunos bolsistas e um técnico de laboratório, com o tempo e os primeiros testes um público maior número de alunos buscou se envolver e demonstrar interesse em participar do projeto. Com o objetivo de organizar a participação e o acesso dos alunos ao projeto foi estabelecido que cada aluno interessado submetesse a sua sugestão ou contribuição formatada como artigo científico. As submissões abriram uma possibilidade maior de aproveitamento do projeto, pois houve a necessidade natural de se desenvolver os conhecimentos de várias disciplinas com o objetivo de justificar as contribuições. Desta forma verificou-se a possibilidade de se estender a prática da elaboração de artigos propondo uma



solução técnica para o veículo aos demais alunos do curso técnico em eletroeletrônica.

A elaboração de artigos relacionados ao veículo elétrico é apresentada como o tópico de interdisciplinaridade nas disciplinas regulares de instalações elétricas e segurança e sistemas hidráulicos e pneumáticos além de outras. Dos artigos apresentados os assuntos que mais se destacaram foram a utilização de conceitos da disciplina de química para propor baterias com melhorias na relação peso/potência, utilização de métodos estatísticos para tratar as medições feitas pelo sistema eletrônico e condicionamento de o sinal, além de abordagens como aceitação destes veículos na sociedade ou impacto da utilização de veículos que não emitem ruído.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os componentes mecânicos do Veículo elétrico se mostraram muito resistentes nos testes e as peças de bicicletas tais como pneus, aros, cubos e freios apresentaram características viáveis para a aplicação em veículos elétricos construídos para esta competição. Os maiores problemas percebidos durante a execução do projeto se concentraram na construção do sistema de direção.

A barra de direção do veículo ocupa um espaço importante atualmente que prejudica principalmente a entrada e saída do piloto do veículo. O perfeito alinhamento e inclinação das rodas pode diminuir de maneira significativa o atrito dos pneus com a pista, melhorando assim a eficiência energética do veículo.

Outro fator importante para a eficiência deste projeto é a redução de peso. A utilização de aço carbono na confecção das estruturas tornou o trabalho mais dinâmico e permitiu alterações de fatores que não podem ser percebidos na etapa do desenho. Apesar de oferecer uma resistência que excede a necessidade desta aplicação os tubos de aço carbono se mostraram muito pesados, de forma que para melhorar a eficiência considerando o peso será necessária a construção de um novo chassi usando para isso alumínio. Além da utilização de outro material para a construção será utilizado um novo banco de baterias já que o atual é composto de baterias de 12V do tipo chumbo-ácido e completo pesa cerca de 20 quilos.



O desenvolvimento de um novo conversor para o acionamento do motor também está sendo estudado. O conversor atual é um dispositivo não muito eficiente pois objetiva acionar os motores de bicicletas elétricas comerciais sem ter como objetivo principal a eficiência energética.

Para a medição do desempenho o veículo foi submetido a testes em pista. O percurso do teste considerando total foi de 804m, ou seja, o mesmo percurso que é utilizado na competição. Todos os valores de corrente, tensão, tempo e pulsos detectados a cada rotação da roda foram armazenados na telemetria. Com estes dados foram calculadas a potência instantânea, a energia consumida e a distância percorrida. A energia consumida pelo veículo neste percurso ficou em torno de 80kJoules, que é um valor maior que o alcançado pelo campeão de 2014, que conseguiu percorrer a mesma distância com 54,07380kJoules.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os trabalhos envolvendo soluções técnicas, métodos avaliativos e os impactos desta tecnologia na sociedade, apresentados pelos alunos, mostram a possibilidade de grande aproveitamento do veículo para fomentar a interdisciplinaridade e manter a melhoria contínua do projeto.

O veículo consumiu em torno de 80kJoules ao percorrer o percurso de 804m, valor este superior ao alcançado pelo campeão de 2014 que consumiu 54,073kJoules (MARATONA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, 2014). Na sequência do trabalho serão investigados o efeito da redução o peso e do atrito na eficiência energética. Finalmente o projeto permite o desenvolvimento de habilidades práticas e teóricas na construção de Veículos Elétricos.

REFERÊNCIAS

RIGHI, L. A.; COSTA, L. H.; MOLENDÀ, C. H .A. **Projeto de veículo elétrico para competição de eficiência energética.** VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA, p. 1-16, agosto, 2010.

MARATONA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA. Regulamento Desportivo e Técnico [Online] Disponível em:www.maratonadaeficiencia.com.br/Reportagem%202014.pdf, Acesso em 15/07/2016.

MICROCHIP. Low Cost Motor Control [Online]
www.microchip.com/webinars.microchip.com/WebinarDetails.aspx?dDocName=en554817, Acesso em 15/07/2016.