

**Desenvolvimento e construção de protótipo veicular 4x4 com sistemas de carga e descarga entre supercapacitores e baterias utilizando o sistema de recuperação de energia cinética e placas fotovoltaicas.**

ARTHUR VINICIUS DIAS DE OLIVEIRA<sup>1</sup>, JOÃO PEDRO DE OLIVEIRA<sup>2</sup>, ANDRÉ LUIZ GONTIJO<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia de Controle e Automação, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Câmpus São João da Boa Vista, arthur.dias42@gmail.com.

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia de Controle e Automação, IFSP, Câmpus São João da Boa Vista, joaopedrinho1997@gmail.com.

<sup>3</sup> Doutor em Engenharia Elétrica, Professor da Área de Indústria, IFSP, Campus São João da Boa Vista, algontijo@ifsp.edu.br.

Apresentado no  
8º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP  
06 a 09 de novembro de 2017 - Cubatão-SP, Brasil

**RESUMO:** Este trabalho apresenta uma moção de construção de um protótipo de um veículo elétrico que suporte um sistema de cargas e descargas entre baterias e supercapacitores para realizar a recuperação da energia. O protótipo possui a finalidade de retirar parte da energia cinética e guardá-la no sistema de supercapacitores, gerando assim um método de frenagem elétrica regenerativa. A energia que será guardada nos supercapacitores também poderá ser convertida em energia cinética, permitindo um meio de incrementar a energia cinética quando houver necessidade. Outra forma de obtenção de energia para o veículo seria por meio da aplicação de placas fotovoltaicas, aproveitando-se também da energia luminosa para carregar os supercapacitores. O veículo apresenta menores impactos sociais e ambientais comparados com os veículos que utilizam dos derivados de petróleo para adquirir energia. Para realizar este trabalho serão necessárias pesquisas bibliográficas, testes laboratoriais, desenvolvimento e construção do protótipo, divulgação dos resultados e apresentação da conclusão obtida.

**PALAVRAS-CHAVE:** Veículo Elétrico; Frenagem Regenerativa; Supercapacitores; Painel fotovoltaico.

**Development and construction of 4x4 vehicle prototype with loading and unloading systems between supercapacitors and batteries using the kinetic energy recovery system and photovoltaic plates.**

**ABSTRACT:** This work aims to build a prototype of a vehicle that obtains electricity through photovoltaic panels and regenerative braking and stores this energy in supercapacitors for later use to move the vehicle. Supercapacitors will be used to store energy quickly, which is important on the use kinetic energy of the vehicle. The system will also have a microcontroller used to control the use of regenerative braking, the use of the solar panel and the movement the vehicle. At the end of the project, some batteries can added to supplement the energy needed to move the vehicle, if necessary. To perform this work, bibliographical research, laboratory tests, prototype development and construction, dissemination of results and presentation of the conclusion will be necessary.

**KEYWORDS:** Electric vehicle; Regenerative braking; Supercapacitors; Panel photovoltaic.

## INTRODUÇÃO

Na atualidade existe uma grande demanda gerada pela população mundial por meios de transporte mais eficazes e que poluam menos, pois os veículos atuais a combustão emitem muitos gases poluentes para atmosfera, sendo assim o desenvolvimento de novas tecnologias para melhorar o desempenho dos carros elétricos é uma solução para esse problema, ou mesmo o desenvolvimento e implementação de carros híbridos já reduziriam uma grande quantidade de emissão de gases poluentes, contribuindo para uma sustentabilidade ambiental. [1]

Através dos supercapacitores, foi possibilitado um novo meio de armazenamento de cargas que tem se tornado cada vez mais viável. O supercapacitor é um componente que necessita essencialmente somente da corrente para se carregar, possui como característica uma velocidade de carga rápida, os supercapacitores existentes estão na ordem de 3500 Farads, que estão muito acima da ordem dos capacitores convencionais, porém como desvantagem o supercapacitor apresenta uma baixa tensão de trabalho, cerca de 2,7 Volts. [2]

Empregando a tecnologia dos supercapacitores é possível realizar a frenagem regenerativa, melhorando a capacidade de autonomia dos veículos elétricos [3], considerando que em muitos trechos urbanos dentro das cidades o processo de frenagem é realizado com muita frequência.

## MATERIAL E MÉTODOS

Primeiramente, para dar início ao projeto necessitou-se realizar pesquisas bibliográficas, pois foi necessário realizar um aprofundamento teórico sobre todos os quesitos e assuntos que o projeto abrangeria. Após ter todo o conhecimento teórico necessário para a realização da confecção do protótipo de veículo elétrico, foi preciso explorar as possibilidades de componentes que poderiam ser utilizados no projeto, considerando fatores que influenciaram na escolha, tais como preço, facilidade de acesso, qualidade, disponibilidade no mercado e tempo de entrega.

Tendo a disposição todos os componentes e a base do carrinho que é um chassi feito de acrílico, iniciou-se a fixação desses componentes à base, porém o chassi escolhido não resistiu à etapa de montagem, desta forma, surgiu-se a necessidade de obter-se outra estrutura base mais resistente para o nosso protótipo. Após pesquisarem-se materiais alternativos ao acrílico para o chassi, cogitou-se a utilização do policarbonato que é um material mais resistente, apresentando assim uma alternativa viável para o projeto.

A ideia principal do projeto é construir um protótipo veicular elétrico, que utiliza painel fotovoltaico para a geração de energia elétrica por meio da energia luminosa fornecida pelo sol. A energia gerada pelo painel precisa ser armazenada e para o armazenamento dessa energia são utilizados dois supercapacitores. Sendo assim, utilizou-se a associação de dois supercapacitores que possuem uma tensão nominal de 2,7V. Como os supercapacitores são ligados em série, a tensão que eles podem atingir é de 5,4V. Os capacitores foram associados dessa maneira, pois a tensão necessária para a alimentação dos motores do carrinho era de 5V, impossibilitando a utilização de apenas um supercapacitor que não atingiria a tensão necessária para que os motores funcionassem. Abaixo se tem o diagrama de blocos que ilustra o circuito lógico definido e montado para o controle e acionamentos do protótipo.

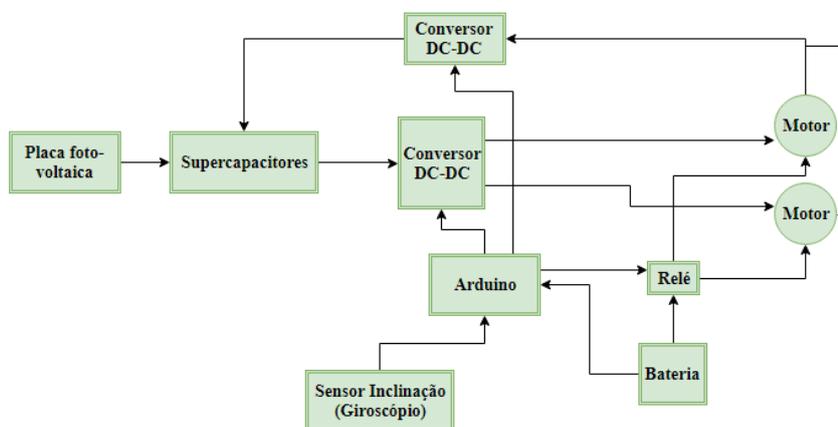


Figura 1. Diagrama de blocos que representa o circuito lógico utilizado

O diagrama mostra que o uso de dois conversores DC-DC foi necessário para a elevação da tensão que é fornecida para o motor caso necessário, bem como da tensão gerada pelos motores para o supercapacitor. Todo o controle é realizado a partir do controlador Arduino. A bateria serve somente para apoio em caso de falta de energia fornecida pelos supercapacitores.

Com todos os componentes e chassi em mãos, começou-se novamente o processo de montagem e fixação de componentes à base. Depois de ter o carrinho montado, foi feito o primeiro teste para a verificação do funcionamento do mesmo, enquanto o teste era realizado notou-se que os motores do carrinho não suportavam o peso dele, fazendo com que ele não saísse do lugar. Para sanar esse problema observado foi decidido utilizar-se de redutores de velocidade, sendo assim, com um torque maior o carrinho teria força suficiente para vencer a inércia. A relação calculada entre as engrenagens que seriam suficientes para que o carrinho tivesse o torque necessário foi a relação de 1 (um) para 2 (dois), mas como os redutores comerciais não possuem essa relação de redução deparou-se com uma demanda que era inexistente. Sendo assim, nasceu a necessidade de realizar a confecção dos redutores através da impressora 3D do Instituto Federal de São Paulo, campus de São João da Boa Vista. A figura abaixo mostra o resultado parcial do veículo montado, com as engrenagens.



Figura 2. Montagem do veículo com as engrenagens e os mancais

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tendo finalizado a montagem mecânica do carrinho com as engrenagens, iniciaram-se os testes para ver o funcionamento do protótipo utilizando as engrenagens. Porém o resultado obtido não foi o esperado, pois o motor ainda não conseguia fazer o carrinho se mover, o problema observado ocorreu devido à falta de estabilidade que faltava no eixo no rebite com a engrenagem maior.

Com os testes realizados, se percebeu a necessidade de realizar melhorias de natureza mecânica no protótipo para que ele possa funcionar da maneira esperada. Para isso serão utilizados mais dois motores a serem colocados na parte dianteira do veículo, possibilitando que o carrinho tenha força suficiente para andar. Outra melhoria que será realizada será interligar os eixos do carrinho, deste modo ele terá maior estabilidade, permitindo que os motores funcionem com maior eficiência.

## CONCLUSÕES

Foi notado que os supercapacitores foram carregados com êxito através do painel fotovoltaico, sendo assim, o desenvolvimento da parte elétrica-eletrônica do projeto tem correspondido de forma positiva à viabilidade de utilização desses componentes como maneira de gerar energia e guarda-la de forma autônoma, permitindo a incorporação deles para projetos que visem aproveitar toda eficiência energética gerada por meios não poluentes.

## REFERÊNCIAS

- [1] LARMINIE, J.; JOHN, L. **Electric vehicle technology explained**. John Wiley & Sons, Ltd, Inglaterra, 2003.
- [2] TEYMOUFAR, R. et al. Stationary super-capacitor energy storage system to save regenerative braking energy in a metro line. **Energy Conversion and Management**, Vol. 56, pp. 206-214, 2012.
- [3] CASTAINGS, Ali, et al. Applied Energy. **Comparison of energy management strategies of a battery/supercapacitors system for electric vehicle under real time constraints**, [S.l.], p. 1-11, nov. 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261915014610>>. Acesso em: 13 jun. 2017.