

## **ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE UMA BICICLETA ERGOMÉTRICA PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

HENRIQUE N. SILVA<sup>1</sup>, VAGNER R. A. PEREIRA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia de Controle e Automação, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Câmpus Catanduva, henriquehnds@hotmail.com.

<sup>2</sup> Professor de Física, Mestre em Educação, Doutor em Ciência, Tecnologia e Sociedade, IFSP, Câmpus Catanduva, vagner.pereira@ifsp.edu.br.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.04.04.01-0 Geração da Energia Elétrica

**RESUMO:** O objetivo principal do projeto foi elaborar e construir um mecanismo que permitisse o aproveitamento da energia mecânica produzida por pessoas quando se exercitam em bicicletas ergométricas de academias. Tendo em vista a sustentabilidade e a diminuição do impacto ambiental da geração de energia de forma tradicional. Para tal, foi utilizada uma bicicleta ergométrica construída em projeto anterior, a qual sofreu uma adaptação para que fosse possível gerar energia. Essa adaptação se deu por meio do acoplamento de um alternador automotivo. Para que esse funcionasse adequadamente acoplou-se uma catraca de bicicleta em seu eixo, a fim de que a transmissão fosse feita por meio de uma corrente de bicicleta comum. Para armazenar a energia, foi utilizada uma bateria automotiva. Foi desenvolvido um dispositivo para limitar a carga que o alternador armazena na bateria, a fim de garantir o funcionamento da bateria sem danos ou queima. Com base em simulações e em montagens práticas foi possível concluir que o circuito controlador de carga é adequado e funciona muito bem quando empregado em sistemas de monitoramento de tensão em baterias como ocorre neste projeto, podendo ser utilizado para controle do armazenamento da energia gerada pelo alternador na bateria automotiva sem ricos.

**PALAVRAS-CHAVE:** sustentabilidade; reaproveitamento; energia alternativa; alternador automotivo; conversão de energia.

## **ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF AN ERGOMETRIC BIKE FOR ELECTRICITY GENERATION**

**ABSTRACT:** The main objective of the project was to elaborate and build a mechanism that would allow the use of the forced mechanical energy by people when exercising on gym bikes. In view of sustainability and the reduction of the environmental impact of energy generation in a traditional way. For this, an exercise bike built in a previous project was used, which underwent an adaptation so that it was possible to generate energy. This adaptation took place through the coupling of an automotive alternator. For this to work, a bicycle ratchet was attached to its axis, an end of which the transmission made by means of a common bicycle chain. To store energy, an automotive battery was used. A device has been developed to limit the load that the alternator stores on the battery, in order to ensure the battery works without damage or burns. Based on simulations and practical assemblies, it was possible to conclude that the charging circuit is adequate and works very well when it works in battery voltage monitoring systems, as in this project, and can be used to control the storage of energy generated by the alternator in automotive battery without rich.

**KEYWORDS:** sustainability; reuse; alternative energy; automotive alternator; energy conversion.

## **INTRODUÇÃO**

Segundo Dias, Lima e Rodrigues (2016), a sociedade moderna se torna cada vez mais dependente do fornecimento de energia elétrica, pois é por meio dela que realizamos trabalho, produzimos, desenvolvemos e concedemos bem-estar e conforto aos nossos dias. Entretanto, 80% da energia produzida no mundo está ligada a queima de combustíveis fósseis, contribuindo para o aquecimento global e a para a destruição da camada de ozônio.

Olhando para essa demanda cada vez maior, Júnior (2012) afirma que o fluxo de energia elétrica para as cidades é significativo devido ao fato de milhares de pessoas viverem nesse ambiente. Dessa forma, tornou-se importante o estudo do ambiente construído como uma fonte potencial de economia, para que assim possa desenvolver-se a regeneração de energia, ou seja, o aproveitamento da energia que é perdida quando executamos nossas atividades diárias.

Considerando esses argumentos, faz-se viável e necessária a utilização de meios alternativos para a produção de energia elétrica, visando a preservação do meio ambiente e a melhoria da qualidade de vida da população, bem como a expansão do acesso a formas de energias mais baratas e sustentáveis.

Tendo em vista essas necessidades, esse projeto buscou o desenvolvimento de um mecanismo para transformar a energia mecânica gasta pelas pessoas quando se exercitam em bicicletas ergométricas em academias, ou em algum outro local, em energia elétrica. Atualmente existem alguns mecanismos presentes em nosso dia a dia que já efetuam esse reaproveitamento energético, como, por exemplo, os dínamos de bicicleta e os alternadores presentes em veículos automotivos. Essa energia pode ser reaproveitada para diferentes fins, nesse projeto espera-se utilizar a energia gerada para a recarga de aparelhos eletrônicos, como *notebooks*, *tablets* e *smartphones*.

## MATERIAL E MÉTODOS

O mecanismo de geração de energia utilizado no projeto foi definido inicialmente. Após serem cogitados vários tipos de geradores para o reaproveitamento da energia mecânica da bicicleta, optou-se pela utilização do alternador automotivo, por sua maior capacidade geradora e por sua elevada vida útil. Essa escolha foi embasada em artigos científicos apontados na introdução. Dentre os estudos analisados os que geravam energia com o alternador automotivo apresentaram melhor resultado. Além desse fator, o gerador automotivo é um dos geradores mais fáceis de se encontrar, devido a alta gama de comercialização de peças de veículos na sociedade atual.

Ressalta-se que para a escolha buscou-se materiais que pudessem ser reaproveitados visando sempre a sustentabilidade e a viabilidade econômica do projeto. Por esse motivo, após feita a escolha, adquiriu-se um alternador automotivo usado o qual pode ser visto na figura 1.



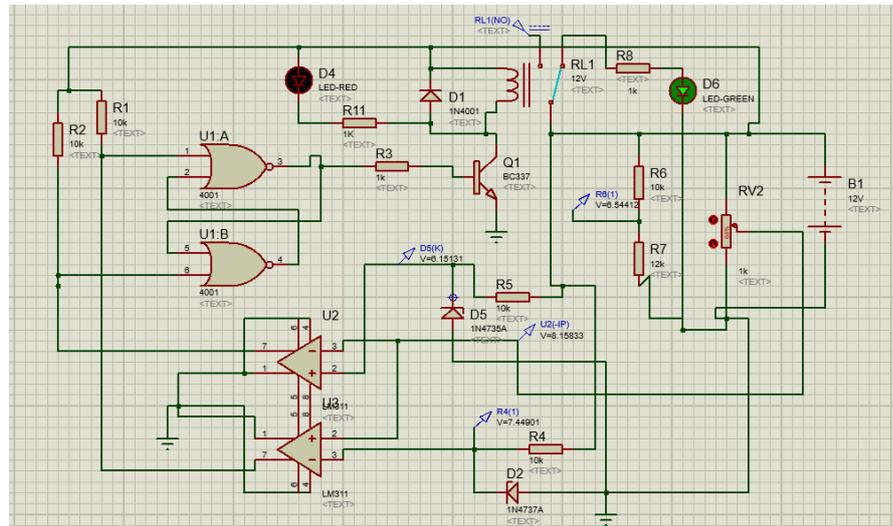
**Figura 1.** Alternador automotivo

Para realizar a montagem do projeto foi utilizada uma bicicleta ergométrica construída em projeto anterior que pode ser vista na figura 2.



**Figura 2.** Bicicleta ergométrica.

Para que a energia fosse armazenada, foi necessário desenvolver um circuito controlador de Carga, a fim de que o carregamento da bateria fosse interrompido quando ela estivesse completamente carregada, não acarretando a riscos de queima à bateria. O circuito controlador de carga foi desenvolvido e simulado com auxílio do *software* Proteus (2017) e pode ser evidenciado na figura 3.



**Figura 3.** Circuito controlador de Carga.

É importante ressaltar que toda a pesquisa recebeu um grande empecilho que foi o novo Corona vírus. Com o agravamento da pandemia e o fechamento das instituições de ensino surgiram dificuldades inesperadas para realização da pesquisa. Entretanto, felizmente contou-se com recursos tecnológicos que ajudaram a contornar algum dos problemas enfrentados. Um desses recursos é o *software* Proteus (2017) o qual permitiu a realização de diversas simulações para encontrar o melhor circuito controlador de carga para ser utilizado no projeto.

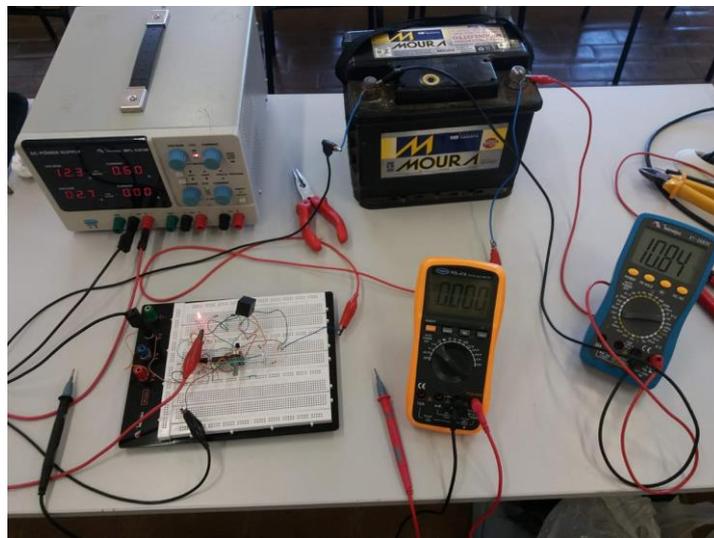
Para a montagem dos circuitos simulados foram utilizados *Protoboards*, onde foram fixados os componentes. Também se utilizou multímetros para acompanhar a reação da tensão elétrica após passar pelos componentes a fim de verificar se o seu comportamento correspondia as simulações feitas em *software* e para acompanhar a tensão da bateria.

Optou-se por utilizar um circuito *flip flop* com comparador em janela, como mostrado na figura 3, pois quando utilizado outros circuitos sem comparação em janela e sem memória o circuito não permite que a bateria volte a carregar quando sua tensão cai. Esses outros circuitos, sem memória, consegue interromper a recarga da bateria quando sua tensão atinge 12V, mas quando sua tensão cai ele não volta a carregar, sendo necessário para isso reiniciar o circuito, ou seja, retirar sua alimentação e alimentá-lo novamente para que a bateria volte a carregar.

No circuito virtual mostrado na figura 3 quando a bateria está carregada, o comparador deve mandar sinal baixo (0V) para o *gate* do transistor, que por sua vez não conduz tensão para o relê, mantendo a chave do relê em normalmente fechado, ou seja, o relê permanece desligado impedindo que a tensão do alternador chegue na bateria. Quando isso ocorre um *LED* verde é aceso indicando a carga completa da bateria.

Quando a bateria está descarregada, o *flip flop* tem que mandar sinal alto (tensão atual da bateria) no *gate* do transistor, para que dessa forma esse passe a conduzir, mandando tensão para a bobina do relê, fazendo ele chavear e fechando o circuito com o alternado, fazendo com que a bateria receba tensão do alternador e comesse a carregar, quando isso ocorre, um *LED* vermelho acende indicando que a carga da bateria não está completa.

Foi utilizado também no circuito uma bateria automotiva 12V, adquirida para o projeto, e uma fonte de tensão contínua. Os instrumentos utilizados juntamente com o circuito montado no *protoboard* pode ser visto na figura 4. Ressalta-se que, assim como o alternador, a bateria automotiva é amplamente utilizada atualmente na sociedade, por isso, é de fácil acesso, podendo ser encontrada em praticamente qualquer lugar, seja ela nova ou usada. Esse foi um fator que também foi levado em conta na hora de escolher o melhor dispositivo para armazenar a energia gerada.



**Figura 4.** Circuito controlador de carga no *Protoboard*, fonte DC, bateria automotiva e multímetros.

Optou-se por utilizar uma fonte de tensão contínua para testes e ajustes do circuito controlador de carga, pois se o circuito fosse desenvolvido diretamente no alternador, na presença de algum eventual erro haveria uma dúvida se foi por conta de um problema no circuito ou por conta de um problema no alternador, ou até mesmo por decorrência da variação da tensão, uma vez que a tensão gerada pelo alternador varia conforme sua velocidade de rotação. Visto que a velocidade de rotação do alternador varia conforme a rapidez com que a pessoa que está se exercitando pedala, seria impossível manter sua velocidade constante. Uma vez estando a tensão constante, sabe-se que ao analisar-se o circuito pela primeira vez se identificada qualquer alteração é necessário garantir que a oscilação ou o erro deriva de algum componente do circuito e não da fonte de tensão.

Após ser desenvolvido completamente, efetuando todas as correções necessárias, e estando em funcionamento perfeito o circuito apresenta condições para ser instado no alternador, o que abre portas para o protótipo final ser viável.

Para realizar a transmissão da rotação dos pedais até o eixo do alternador foi utilizada uma corrente de bicicleta comum, e para que ela funcionasse adequadamente acoplou-se uma catraca de bicicleta em seu eixo. Esse mecanismo pode ser visto na figura 5.



**Figura 5.** Bicicleta ergométrica com alternador, corrente de transmissão e catraca de bicicleta no eixo do alternador

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com as simulações e construção prática do circuito controlador de carga, foi observado que os resultados esperados para o circuito foram alcançados. O circuito se comportou como nas simulações realizadas. Abrindo portas para que o protótipo final fosse viável. Notou-se que conforme havia sido observado no simulador, ao completar a carga da bateria o circuito suspende a recarga, evitando que a bateria queime. O modelo do circuito desenvolvido pode ser utilizado não só para o alternador, mas também para outros tipos de geradores que terão sua energia armazenada em baterias automotivas 12V. Abrindo a possibilidade para a substituição do gerador em projetos futuros sem a necessidade de desenvolver outro circuito

A respeito dos materiais a serem utilizados no projeto, ressalta-se que foi adquirida uma bateria automotiva de 12V (usada) para armazenamento da energia que será gerada. Além disso, definiu-se o alternador automotivo como gerador a ser utilizado para a geração de energia.,

## CONCLUSÕES

Após diversos estudos e análises de pesquisas científicas, concluiu-se que o equipamento mais adequado para reaproveitamento da energia em bicicletas ergométricas são os alternadores automotivo. Também se chegou à conclusão de que a melhor maneira de armazenar essa energia é utilizando baterias automotivas de 12V.

Após realizados diversos testes em *software* e realizar a montagem prática, em laboratório, do circuito controlador de Carga que melhor apresentou resultado concluiu-se que a melhor configuração para as funções desejadas é um circuito do tipo *flip-flop* com comparador em janela, conforme mostrado na figura 3.

Esse estudo tem um grande impacto na comunidade, pois a possibilidade de reaproveitar a energia que seria jogada fora, permite a redução da geração de energia de forma tradicional, diminuindo, assim, o impacto ambiental causado por essa.

## AGRADECIMENTO

Agradecemos ao PIBIFSP pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

- DIAS, L. R.; LIMA, G. B., RODRIGUES, D. B. Sistema de geração de energia elétrica a partir de uma bicicleta ergométrica. Uberlândia: UFU, 2016.
- JÚNIOR, C. A. C. Cidades sustentáveis: análise comparativa com cidades contemporâneas. Guaratinguetá: UNESP, 2012
- PROTEUS PROFESSIONAL. [software] Versão 8.0. Labcenter Electronics Ltd., 2017.