

SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DE BAIXO CUSTO PARA MANTER A ILUMINAÇÃO E UMA TOMADA USB EM UMA BICICLETA.

Francisco José Sombra Júnior

Resumo: Na tentativa de aliar sustentabilidade aos ciclistas à preservação da natureza, o presente trabalho objetivou a construção de um gerador de energia para bicicleta de baixo custo utilizando o máximo possível de materiais reciclados. Foram desenvolvidos ensaios técnicos com a utilização de equipamentos de medições como multímetro, osciloscópio e velocímetro para que os dados obtidos fossem o mais claro possível dentro da realidade na qual os testes estavam sendo realizados. Dessarte, o projeto apresentou resultados otimista no tocante ao seu objetivo, apresentando viabilidade em sua execução tanto na parte funcional quanto financeira.

Palavras-chave: bicicleta; gerador de energia; carregador de celular.

1. INTRODUÇÃO

A geração de energia elétrica no Brasil vem se expandindo cada vez mais, podendo ser gerada de diversas maneiras, de acordo com cada necessidade e com os meios disponíveis. Existe várias formas de se obter energia elétrica, dentre as quais se pode destacar os tipos de geração mais comum aqui no Brasil: geração eólica, hídrica, térmica e solar fotovoltaica. Com exceção da energia solar fotovoltaica, todas necessitam de um meio motor para rotacionar o eixo de um gerador. Nesse viés, pode-se utilizar até mesmo uma bicicleta para gerar energia, em quantidade pequena, mas o suficiente para manter o seu sistema de iluminação, por exemplo.

Outro setor que vem crescendo nacionalmente é o de fabricação de bicicletas, seja ela para uso urbano, recreacional ou mountain bike. Esta é destinada ao público adulto e ideal para o uso em trilhas e terrenos acidentados, e essas, utilizadas para mobilidade urbana e recreação fora de terra. Segundo a ABRACICLO [1], Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares, a produção e o número de adeptos do ciclismo no Brasil vêm crescendo nos últimos anos, seja para competição ou lazer. Não é difícil de se ver nas estradas ou rodovias grupos de ciclistas, que por esporte ou diversão, saem a passeio e muitas vezes entrando no período noturno, indicando uma nova visão por parte da população no que tange ao lazer, trabalho, saúde e mobilidade, visto que as mesmas estão sendo utilizadas para esses fins.

Pensando na segurança, os mesmos saem com equipamentos de proteção e com sinalização luminosa de modo que possam ver os obstáculos da via e serem vistos pelos outros ciclistas, bem como pelos pedestres, motoristas e motociclistas. Esses equipamentos são alimentados por pilhas ou baterias que são substituídas frequentemente e descartadas incorretamente na maioria das vezes, gerando risco ao meio ambiente e, além da parte financeira, que torna essas substituições bastante onerosa.

Tentando aliar sustentabilidade ao lazer, mobilidade e ao trabalho, surgiu a oportunidade de concatenar dois seguimentos diferentes a um único objetivo, a construção de um sistema de geração de energia elétrica de baixo custo para alimentar a sinalização luminosa de uma bicicleta e um carregador com saída UBS, pois assim, os ciclistas poderão recarregar um grande aliado, o smartphone, que devido a sua grande utilização, como Sistema de Posicionamento Global (GPS), câmera fotográfica, entre outras funcionalidades, sua bateria torna-se pequena, não podendo ser utilizado por longos períodos sem recarregá-la.

Com intenção nesse público e tomando como base o preço dos sistemas de geração de energia elétrica para bicicletas existente no mercado que são bastante caros, o presente projeto visa criar uma alternativa para auxiliar os ciclistas com essa necessidade, criando um sistema de geração de energia de baixo custo para alimentar o sistema de iluminação dianteira e uma tomada que forneça corrente suficiente para recarregar os smartphones dos ciclistas.

Esse sistema será constituído por um gerador que trabalhará em contato direto com a roda traseira da bicicleta que transmitirá seu movimento rotativo ao seu eixo, um sistema de retificação utilizando quatro diodos de silício na configuração tipo ponte, um filtro capacitivo ligado à ponte retificadora, um regulador de tensão, diodo emissor de luz (LED), tomada USB, cabos condutores, dentre outros materiais necessários para a execução do projeto. Se priorizará a utilização de materiais reciclados, sendo o gerador um motor de impressora em desuso, a iluminação feita com LED's de sucata eletrônica retirada de uma lanterna recarregável, bem como tudo que for possível reaproveitar, e ao final, um comparativo de preço entre o projeto construído e os existentes no mercado será realizado para evidenciar o custo benefício e se realmente o mesmo suprirá as condições exigidas para ele.

2. DESENVOLVIMENTO

Para a realização deste projeto, foi necessário fazer um dimensionamento de cargas para se obter os valores que servirão como parâmetros para o restante do sistema e esclarecer alguns conceitos aqui abordados, fazendo-se entender, de maneira sucinta, o princípio de funcionamento de todos os componentes utilizados em tal feito, a exemplo, diodos retificadores, capacitores, LED's, reguladores de tensão, dentre outros que se fizer necessário para melhor compreensão do que está sendo aqui abordado.

2.1. Dimensionamento das cargas

O dimensionamento da iluminação foi obtido a partir da análise do datasheet [2], que se refere a um LED branco de 5mm, sendo que todo o arranjo de iluminação conta com sete LED's, nos quais compõe o refletor da lanterna utilizada para a farol frontal. De acordo com [2], a corrente de trabalho do LED é de 20mA, e sua tensão pode variar entre 2,8 a 3,6V.

A carga destinada à tomada USB foi presumida baseando-se na corrente necessária para carregar a bateria de um smartphone e que vem grafada nas especificações técnicas de um carregado de bateria de celular original. Para tal feito, utilizou-se um carregador da marca LG que de acordo com suas especificações, possui tensão de 5,1V e corrente máxima de aproximadamente 700mA, conforme a Foto 1.



Foto 1. Carregador de bateria de smartphone. (Autoria própria)

A Figura 1 denota o circuito eletrônico utilizado para reproduzir o referido sistema contendo todos seus componentes.

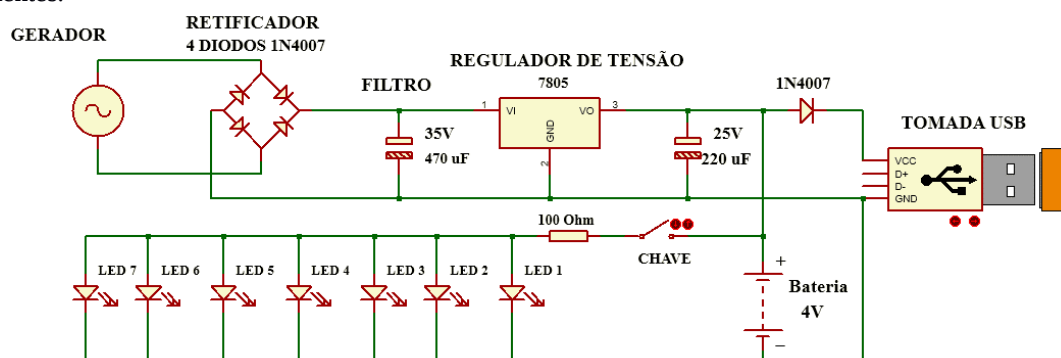


Figura 1. Circuito eletrônico do sistema. (Autoria própria)

2.2. Gerador

De acordo Kosow [3], foi Michael Faraday em 1831 que reuniu em um só equipamento os benefícios da mecânica à descoberta da eletricidade, dando origem, dentre outras descobertas, ao gerador e ao motor elétrico, conhecidos atualmente nos campos da engenharia como máquinas elétricas. Para que essas máquinas possam desempenhar suas funções, é preciso fornecê-las energia para que haja a conversão eletromecânica na mesma, gerando energia mecânica nos casos dos motores, ou energia elétrica no caso dos geradores. O motor e o gerador apresentam características físicas bem parecidas, tornando-se seus princípios de funcionamento afins.

O início da geração de energia elétrica começa em um conversor eletromecânico de energia, o gerador. Seu princípio segue o inverso do motor elétrico, visto que seu eixo é composto por bobinas de condutores de cobre esmaltado que ao rotacionar em um campo magnético gerado por pares de ímãs que compõe o estator, o mesmo fornece em seus terminais uma tensão chamada de induzida. Essa tensão é do tipo senoidal para o caso dos alternadores e contínua para os geradores.

2.3. Retificador

A tensão elétrica gerada e fornecida pelos terminais de um alternador é no formato senoidal, caracterizando sua saída como corrente alternada (CA). Para que a mesma seja melhor aproveitada e compatível com a aplicação em questão, é necessário transformá-la de CA para corrente contínua (CC), pois nesta, como o próprio nome remete, é estável no nível de tensão para o qual foi estabelecida com pouquíssimas oscilações, já na CA, seu valor é variável de acordo com o tempo.

Para se conseguir tal efeito dessa conversão, é necessário a utilização de um sistema de retificação, onde o

mesmo converterá essa tensão alternada para tensão contínua, que variará somente em função do nível do sinal alternado de entrada, com a utilização de diodos retificadores.

Os diodos retificadores são dispositivos semicondutores formados por uma junção PN empregado na eletrônica e sua principal característica é a permissividade da condução da corrente elétrica em apenas um sentido. O termo semicondutor remete ao fato de que em seu estado normal, nem ele é condutor e nem isolante, visto que esses elementos químicos que constituem tais componentes possuem quatro elétrons na última camada, geralmente o silício ou germânio, e que para o mesmo entrar em condução, é imprescindível o processo de dopagem, que consiste em adicionar impurezas específicas à estrutura cristalina do semicondutor, geralmente uma parte em um milhão. Para a obtenção do material tipo P, a dopagem se faz com impurezas trivalentes como o Boro, por exemplo, sobrando uma lacuna ou buraco na ligação química a cada ligação indicando a positividade da camada tipo P. A Figura 2 ilustra o que foi disposto acima.

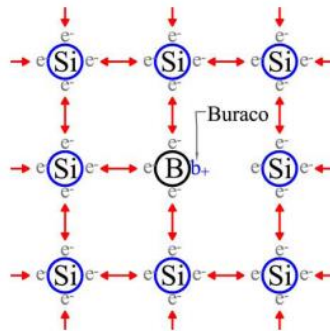


Figura 2. Dopagem com elemento trivalente. Adaptado de [5].

Para o material tipo N, utiliza-se um elemento pentavalente como o Arsênio, resultando em cada ligação química com o mesmo, excedendo a quantidade de um elétron após a ligação, caracterizando a camada negativa. A Figura 3 ilustra processo descrito acima.

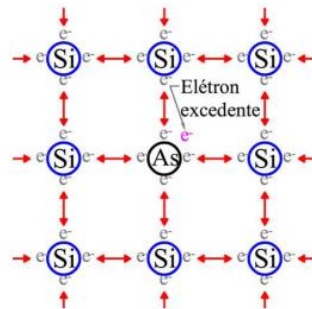


Figura 3. Dopagem com elemento pentavalente. Adaptado de [5].

Após a dopagem do semicondutor e obtenção das camadas tipo p e n, as mesmas são unidas formando um único dispositivo, o diodo semicondutor. A obtenção da característica principal do diodo ocorre na junção pn, onde na mesma é criada uma região chamada de depleção. Nela, as cargas positivas e negativas dos materiais tipo p e n, respectivamente, ficam separadas até que essa rigidez que as separam seja quebrada. A Figura 4 demonstra o disposto acima e ajuda na compreensão.

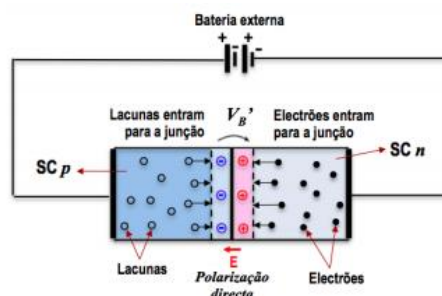


Figura 4. Junção pn na polarização direta. Adaptado de [5].

Conforme a Figura 4, o diodo entra em condução ao ser conectado em uma fonte que forneça tensão maior que a necessária para diminuir a região de depleção, para o diodo de silício é em torno de 0,7 V e para o de germânio 0,3V, e haver a recombinação de cargas dos lados p e n. Essa diminuição ocorre ao conectar o polo positivo da fonte na camada p e o polo negativo na camada n, fazendo com que as cargas de ambos os lados do diodo sejam repelidas pela fonte e criando uma certa “pressão”, diminuindo a região de depleção e ocorrendo a recombinação dos elétrons e lacunas excedentes, passando o mesmo a conduzir. A Figura 5 representa a simbologia do diodo e a analogia entre os terminais do mesmo e às camadas p e n.

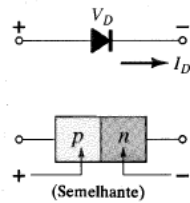


Figura 5. Representação do diodo. Adaptado de [4].

Para que o circuito de retificação possa ser utilizado de maneira mais proveitosa, é preciso que se faça um arranjo entre esses dispositivos à fonte e à carga, visto que existe vários tipos de acoplamentos desses diodos, a saber: retificador de meia onda, retificador de onda completa com derivação central e em ponte. Por questões de ser o de melhor rendimento será abordado o de onda completa em ponte, pois segundo Boylestad [4], em relação ao retificador de meia onda, este obtém corrente contínua com aproveitamento de 100% do sinal de entrada alternado, visto que o mesmo é aproveitado nos dois semicírculos da tensão senoidal.

O retificador de onda completa em ponte pode ser constituído por quatro diodos (considerados ideais) interligados de certa maneira a controlar a passagem da corrente elétrica de acordo com o sinal da fonte alternada. De acordo com a Figura 6, pode-se perceber que quando a tensão alternada da fonte v_i estiver no semiciclo positivo, o diodo D1 e D4 estarão polarizados reversamente fazendo com que a corrente elétrica circule passando por D2, pela carga R e seguirá por D3. Durante o semiciclo negativo, D2 e D3 estarão polarizados reversamente fazendo a corrente circular passando por D4, pela carga R e seguindo por D1, tudo isso se repetindo a cada ciclo completo da tensão senoidal.

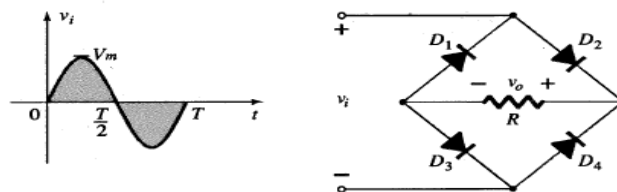


Figura 6. Retificador em ponte onda completa. Adaptado de [4].

De acordo com a frequência da fonte de tensão, esses ciclos se repetem de maneira que nos terminais da carga não se tenha mais tensão alternada, mas agora, tensão contínua pulsante, onde a mesma será mostrada conforme a Figura 7.

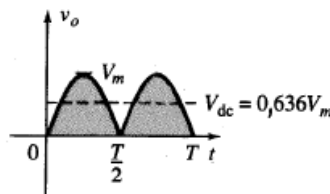


Figura 7. Sinal retificado pulsante. Adaptado de [4].

2.4. Filtro capacitivo

Devido a saída de um retificador ser de tensão contínua pulsante e que para a utilização na maioria dos equipamentos eletrônicos essa tensão tem que ser contínua, faz-se necessário a utilização de um filtro capacitivo para eliminar ou diminuir os picos de tensão, tornando-a mais estável possível.

O filtro capacitivo é instalado na saída do retificador em paralelo com a carga e a cada pulso de tensão contínua o mesmo armazena tensão que será fornecida à carga nos momentos solicitados, sofrendo sucessivos processos de carga e descarga, transmitindo a ela tensão mais estável, entretanto, podendo haver um pequeno sinal oscilante ou tensão de ondulação chamado de ripple. A Figura 8 denota o sistema de retificação e filtragem.

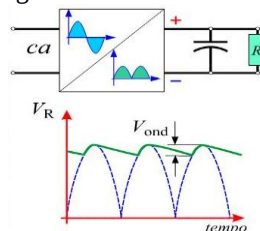


Figura 8. Sinal de saída do filtro capacitivo. Adaptado de [6].

2.5. Regulador de tensão

O regulador de tensão pode ser entendido como um arranjo de dispositivos eletrônicos utilizado para regular a tensão de entrada e fornecê-la na saída limitada a um determinado valor fixo, sem os picos de tensão existentes quando há somente o filtro capacitivo após a retificação. Os reguladores podem ser feitos utilizando transistores, amplificadores operacionais, diodo zener e dentre outros componentes, mas, o mais utilizado são os circuitos

integrados (CI) que funcionam com tais características aliando a precisão à portabilidade, tornando o circuito mais compacto, visto que possui todas as funcionalidades em um mesmo encapsulamento. De acordo com [4], os circuitos integrados a três terminais podem fazer a regulação para níveis de tensão positiva, negativa e ajustável.

Os de tensão positiva mais comuns são os da família 78XX, onde os números indicados nos locais das letras “XX” representam a tensão de saída fornecida pelo regulador. A Figura 9 representa um regulador de tensão 7812, onde, no terminal 1 é conectado a tensão de entrada V_i não regulada juntamente com um capacitor C_1 em paralelo para a filtragem da mesma. O terminal 2 representa a saída já regulada de acordo com o modelo do regulador, nesse caso, +12V, ligado também em paralelo a um capacitor C_2 para filtrar ruídos de altas frequências. O terminal 3 é comum tanto para a entrada quanto para a saída e mesmo é ligado ao aterramento.

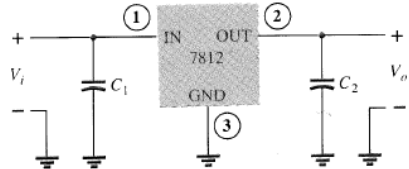


Figura 9. Regulador de tensão positiva. Adaptado de [4].

Para que haja a regulação, é necessário que a tensão de entrada seja um pouco maior que a de saída, pois é preciso superar a tensão de desexcitação. Segundo [4], essa tensão é de no mínimo 2V, sendo necessário obter tal diferença entre os terminais de entrada e saída para que o mesmo opere como um regulador. É evidente que assim como em todos os componentes eletrônicos, é preciso consultar o datasheet do regulador utilizado, pois os mesmos têm uma tolerância que pode variar para valores maiores ou menores que os especificados em seu encapsulamento e também possui um limite para a tensão máxima de entrada, que para este caso, é em torno de 35V. A família 79XX representam a regulação de tensão negativa e segue o mesmo raciocínio do 78XX.

A Figura 10 mostra os níveis de tensão para os reguladores das famílias 78 e 79, especificando o código, a tensão de saída e a tensão mínima de entrada para que possa funcionar com êxito.

Reguladores de tensão 78XX – 79XX				
Código		Tensão máxima a aplicar na entrada (E)	Tensão de saída (S) regulada	Corrente máxima na saída
Positivo	Negativo			
7805	7905	35V	5V	1A
7806	7906	35V	6V	1A
7810	7910	35V	10V	1A
7812	7912	35V	12V	1A
7815	7915	35V	15V	1A
7818	7918	35V	18V	1A
7824	7924	40V	24V	1A

Figura 10. Características dos reguladores de tensão das famílias 78 e 79. Adaptado de [7].

Os reguladores ajustáveis têm a vantagem de dar ao usuário a praticidade de se trabalhar com vários níveis de tensão, pois os mesmos são arranjados a um resistor e um potenciômetro. Na Figura 11 pode ver o exemplo de um regulador ajustável utilizando um CI LM317.

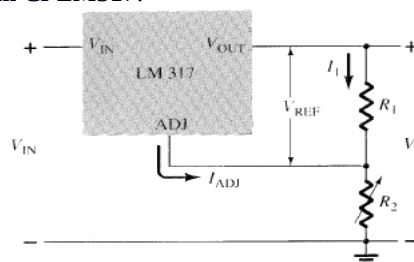


Figura 11. Regulador de tensão ajustável. Adaptado de [4].

2.6 Materiais e método

2.6.1 Materiais

Visando dar maior sustentabilidade ao projeto, a maioria dos materiais utilizados foram reaproveitados de equipamentos que não mais serviam ou não funcionavam plenamente e seriam, portanto, descartados. Esses descartes iriam acontecer, provavelmente, no lixo comum, visto que na localidade onde os mesmos foram adquiridos não há coleta seletiva para recicláveis. Para a elaboração do projeto foram utilizados os seguintes materiais:

- 1 motor de impressora;

O motor de impressora executará a função do gerador, visto que o mesmo será acoplado à bicicleta e os movimentos do pneu traseiro, transmitido a ele. Esse motor é do tipo universal, pois seu interior é composto por dois ímãs contrapostos denotando claramente a existência de um campo magnético e seu eixo rotor é formado por bobinas que são interligadas às lâminas do coletor. A conexão elétrica entre a parte interna e externa é feita através de escovas de grafite que mantêm contato entre as bobinas do rotor e terminais do motor.

-
- 10 cm de cano de pvc roscável de 1 ¼”;

O referido cano tem por função tanto de fazer a proteção mecânica do gerador quanto a de auxiliar na fixação do mesmo à estrutura da bicicleta. Para a melhor adequação ao sistema, o mesmo foi serrado longitudinalmente e retirado parte de uma das extremidades com o intuito de proteger a borracha de atrito contra possíveis choques acidentais, constituindo a base do gerador.

- 20 x 3cm de chapa metálica;

A chapa foi moldada de forma a melhor se adaptar ao cano de pvc, estabelecendo assim, um suporte de fixação do gerador à bicicleta.

Os três componentes citados anteriormente podem ser observados na Foto 2 ao lado de uma régua com escala em centímetros para que se possa ter noção dos tamanhos dos mesmos. Respectivamente, eles aparecem na ordem: suporte, base, gerador e todo sistema montado.



Foto 2. Gerador e seus componentes de fixação. (Autoria própria)

- Componentes de uma lanterna recarregável;

Para a confecção da iluminação do sistema foram utilizadas algumas partes de uma lanterna recarregável, como a bateria e os led's com o refletor. A Foto 3 os mostram.



Foto 3. Componentes da lanterna. (Autoria própria)

- Câmera de segurança;

Utilizada para fazer a montagem do farol utilizando as peças da lanterna, bem como o circuito de retificação, visto que o mesmo apresenta um design que é favorável à execução do projeto. Foto 4.



Foto 4. Câmera de segurança. (Autoria própria)

- Carregador de celular;

Do carregador de celular foi utilizado a tomada USB e sua carcaça. Ver Foto 5.



Foto 5. Carregador de celular. (Autoria própria)

- Componentes eletrônicos;
Foram utilizados 5 (cinco) diodos 1N4007, 2 (dois) capacitores, um regulador de tensão 7805, uma chave liga-desliga, condutores de cobre e conectores.
- Instrumentos de medições.
Para que se pudesse realizar as medições, foi utilizado um osciloscópio da marca Tektronix, modelo TBS 1102B, para executar as medições de tensão e suas formas gráficas; um multímetro digital para medição da corrente elétrica e um velocímetro para se obter dados mais precisos no tocante à geração de energia em função da velocidade.
- Ferramentas;
Alicate, chaves de fenda e phillips, serra, ferro de solda e chave de boca regulável.

2.6.2 Método

Esse sistema consiste em um motor universal utilizado como gerador, retificador de tensão, filtro capacitivo, regulador de tensão e carga.

O gerador foi montado na sua respectiva base e suporte formando uma peça única que se fixa à estrutura da bicicleta de forma que o pneu traseiro da mesma transmita seu movimento ao eixo do gerador através de contato direto. A relação de transformação entre a rotação do pneu e o eixo do gerador é de aproximadamente 1:23, ou seja, a cada volta completa que a roda da bicicleta dá, o eixo do gerador realiza em torno de 23 rotações. Esse valor foi obtido através da razão entre os diâmetros da circunferência no qual estabelece contato com a parte móvel do gerador e da borracha de atrito do gerador. A Foto 6 demonstra o que foi exposto.



Foto 6. Gerador acoplado à bicicleta. (Autoria própria)

O sistema de retificação foi confeccionado utilizando quatro diodos 1N4007 conforme a Figura 6 juntamente com o filtro capacitivo. De acordo com datasheet dos diodos [8], os mesmos suportam uma tensão na polarização direta de 700V, 1000V na polarização reversa e corrente de saída retificada de 1A (ampere). Para a escolha do capacitor, foi estimado o valor da tensão na saída do retificador, aproximadamente 10V, atribuindo ao mesmo no mínimo o dobro da tensão estimada. Assim, por questões comerciais, escolheu-se um capacitor de 35V com 470 uF de capacitância. As conexões foram realizadas com solda à estanho com a utilização do próprio estanho e de um ferro de solda. Na Foto 7 pode ser observado o referido circuito.



Foto 7. Retificador com filtro capacitivo. (Autoria própria)

O sistema de regulação foi dimensionado de acordo com a tensão que queria se obter para a alimentação da carga. A priori, as tensões das mesmas já haviam sido estimadas em torno de 5V, visto que a mesma seria para a alimentação de uma tomada USB e o sistema de iluminação dianteira da bicicleta em led. Para tal, foi utilizado um regulador de tensão 7805, cuja tensão de entrada pode atingir a 35V em corrente contínua e intensidade de corrente elétrica de 1A na saída, segundo [9]. Conforme se pode observar na Foto 8, um capacitor de 25V por 220uF foi conectado à saída do regulador que possa filtrar perturbações externas e manter o regulador o mais estável possível.

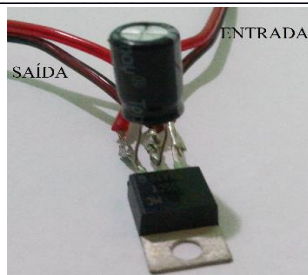


Foto 8. Regulador de tensão com filtro. (Autoria própria)

O sistema de iluminação foi criado com a utilização dos componentes de lanterna supracitados e com a carcaça de uma câmera de segurança. Os mesmos foram dispostos de maneira a se manter a melhor organização, funcionalidade e estética, viabilizando sua confecção. A bateria e o retificador se adaptaram perfeitamente em seu interior, tornando o arranjo o mais compacto possível. A tomada USB foi retirada da placa eletrônica do carregador de celular e adaptada na mesma estrutura, mas agora, junto ao regulador de tensão e uma chave liga-desliga para acionar o farol. A Foto 9 reporta tal feito.



Foto 9. Sistema completo de geração de energia. (Autoria própria)

2.7 Resultados e Discussões

De posse de todos os componentes previamente confeccionados, instalados e testados, conforme a Foto 10, os mesmos foram submetidos a ensaios para que se pudesse coletar dados como tensão e corrente em diferentes situações em função de variadas velocidades.



Foto 10. Sistema de geração instalado. (Autoria própria)

Inicialmente, para tomar como referência a eficácia do sistema em comparação à realidade, foi realizado um ensaio para se obter o valor da corrente elétrica fornecida por um carregador a um smartphone. Tanto o carregador quanto o smartphone são originais da marca LG, para ser mais preciso, trata-se de um aparelho LG Volt. O referido ensaio foi executado ligando o devido carregador a um cabo adaptado para o teste. O cabo foi seccionado no condutor referente ao terminal positivo da tomada USB e conectado a um multímetro na função amperímetro, escala miliampères, em série com o circuito. Conforme acontecia o carregamento da bateria e a tela do smartphone acendia ou apagava, ocorria variações nos valores medidos pelo multímetro, então, o valor de 29mA foi tomado como referência para o projeto. A Foto 11 aponta o mencionado ensaio.



Foto 11. Ensaio de corrente no carregador original. (Autoria própria)

Nos ensaios com o auxílio de um osciloscópio digital de marca Tektronix - modelo TBS 1102B, foram realizadas leituras das formas de onda da tensão de todo o sistema: geração, retificação e regulação de tensão.

Inicialmente, a tensão no gerador foi medida com o multímetro indicado na Foto 10 na escala de corrente alternada e o mesmo apresentou satisfatórios resultados, bem mais até que o esperado. Logo após, ao fazer a conexão ao osciloscópio no acoplamento AC, verificou-se que a tensão gerada era do tipo contínua com alguns picos, evidenciando o erro que houve na medição com o multímetro. Esses picos levaram o medidor de tensão a entender que a corrente era alternada, havendo assim, um equívoco que foi esclarecido com o osciloscópio. Na Foto 12.a osciloscópio está no acoplamento CA, e na 12.b, acoplamento CC. Observando as imagens abaixo pode-se perceber que não há diferença expressiva entre elas.



Foto 12.a. Acoplamento CA.

Foto 12.b. Acoplamento CC.

(Autoria própria)

O mesmo ensaio foi realizado tanto para a saída do retificador, quanto para a saída do regulador. As Fotos 13 e 14 os mostram, respectivamente.

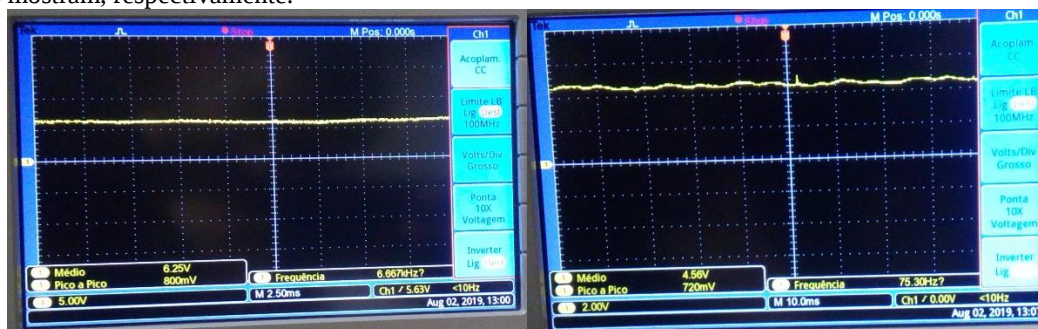


Foto 13. Saída do retificador.

Foto 14. Saída do regulador.

(Autoria própria)

Para a execução dos ensaios práticos no sistema desenvolvido, foi instalado na bicicleta um velocímetro com o intuito de estabelecer os parâmetros de funcionamento para a tensão e corrente de acordo com as velocidades pré-estabelecida. Logo abaixo, os Gráficos indicam as curvas dessas medições em algumas configurações referente às cargas para cada componente do circuito.

2.7.1 Medições no gerador

Fazendo uma análise sucinta dos Gráficos acima, é possível perceber que o gerador, mesmo em baixas velocidades, tem valores satisfatórios de geração de tensão, ver Gráfico 1. O Gráfico 2 denota os ensaios realizados para a corrente em função da velocidade em duas circunstâncias: a primeira, somente com o farol de led aceso e a segunda, à carga total, ou seja, farol e o carregador de celular atuando juntos. Como se pode perceber, de acordo

com que foi aumentado a carga, a corrente elétrica fornecida pelo gerador tornou-se mais intensa.

Vale ressaltar que tanto nessas medições quanto nas posteriores, esses valores são aproximados, pois diversos fatores podem ter influenciado nos mesmos, por exemplo: delay entre as leituras do multímetro e velocímetro, visto que as duas teriam que ser no mesmo instante, aferição imprecisa dos equipamentos de medição e utilização de instrumentos inadequado.

Gráfico 1. Tensão do gerador em função da velocidade. (Autoria própria)

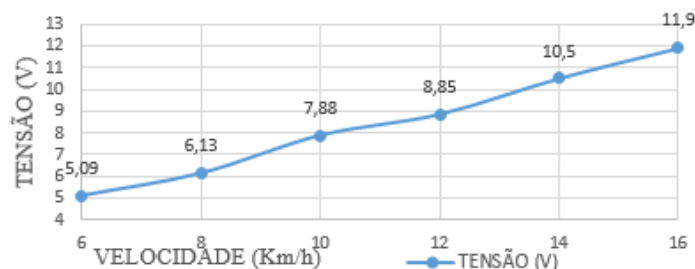
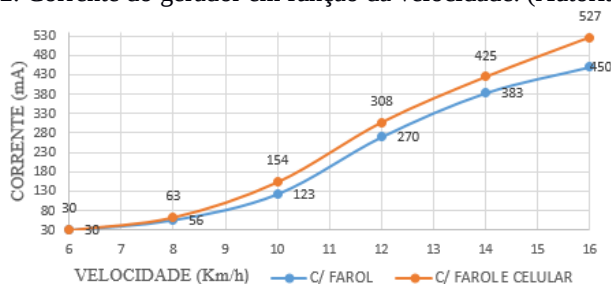


Gráfico 2. Corrente do gerador em função da velocidade. (Autoria própria)



2.7.2 Medições no retificador

Analisando essas medições, é perceptível e compreensível a redução da tensão em relação às medidas realizadas no gerador, pois há queda de tensão nos diodos. Ver Gráfico 3 e comparar com o Gráfico 1. Com relação ao Gráfico 4, pode-se perceber um leve aumento das correntes em relação às medições do gerador. Esse leve aumento se deve ao aumento da resistência encontrada tanto nos diodos quanto nos condutores.

Gráfico 3. Tensão do retificador em função da velocidade. (Autoria própria)

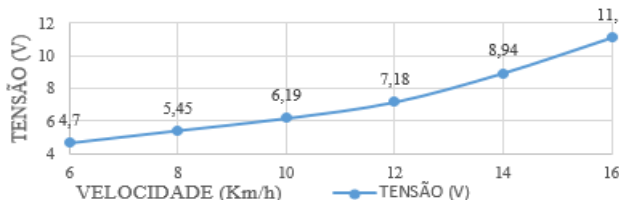
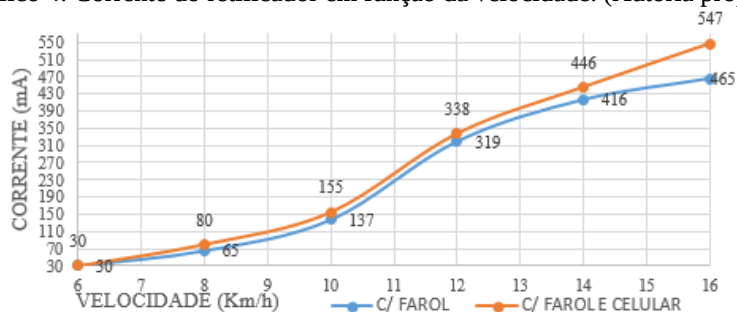


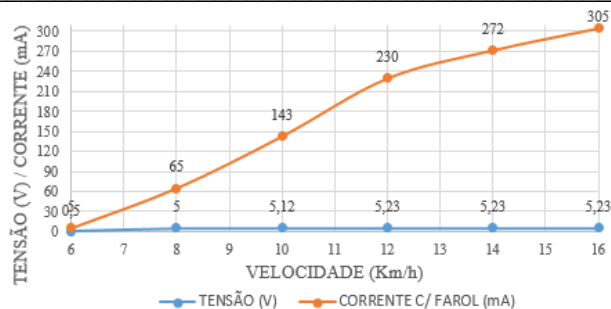
Gráfico 4. Corrente do retificador em função da velocidade. (Autoria própria)



2.7.3 Medições no regulador

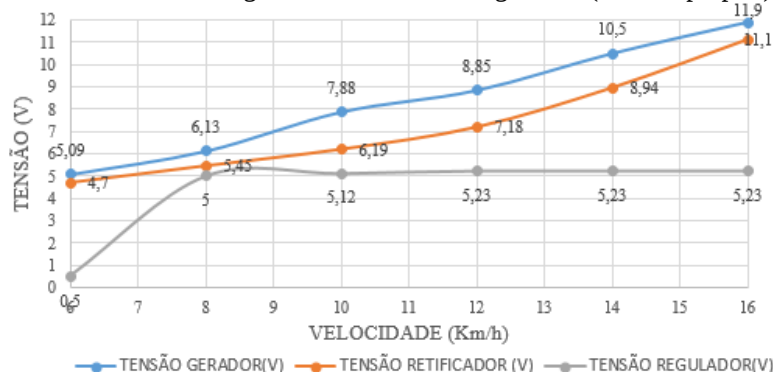
As medições realizadas no regulador de tensão podem ser observadas no Gráfico 5. Tais medições foram executadas utilizando como carga apenas o farol. Como é possível perceber, somente à velocidade de aproximadamente 8 km/h é que o regulador atua como tal e estabiliza a tensão em aproximadamente 5V. A corrente aumenta de acordo com a velocidade, não fugindo dos padrões anteriormente mencionados, porém, com intensidade um pouco menor.

Gráfico 5. Tensão e corrente no regulador de tensão 7805. (Autoria própria)



No Gráfico 6 é possível ter uma visão geral do comportamento de todas as tensões trabalhadas anteriormente e como as mesmas se comportam.

Gráfico 6. Tensões no gerador, retificador e regulador. (Autoria própria)



2.7.4 Custos

Para a execução do projeto foram adquiridos vários componentes em oficinas de eletrodomésticos que não serviam mais para seu uso específico e houve a necessidade de compra de alguns dispositivos eletrônicos como diodos e regulador de tensão. Em paralelo, foi pesquisado o preço de um sistema análogo a esse em lojas do na internet e feito um comparativo entre os dois tipos de sistemas na Tabela 1.

Tabela 1. Comparativo de preços entre o projeto e um sistema similar convencional.

CUSTOS COM O PROJETO	
ÍTEM	VALOR (R\$)
5 diodos 1N4007	3,00
1 regulador 7805	3,50
2 m de condutores paralelo 0,5mm ²	1,40
Fita isolante, conectores, solda, abraçadeiras.	3,75
TOTAL	R\$ 11,65
VALOR EM LOJA	
ITENS	VALOR (R\$)
Cubo dínamo bicicleta Shimano Dh-3n31-qr 6v-3w Hub Dynamo Site: mercadolivre.com.br	399,00
Farol dínamo bicicleta Monark 12v 6w C/ Lâmpadas Reservas Site: americanas.com.br	68,99
Gerador Dínamo Energia P/ Bike Carregue Usb Celular E Outros Site: mercadolivre.com.br	675,00

Apesar de não ter sido encontrado nenhum modelo que fornecesse todas as características do desenvolvido no projeto, com os dados da Tabela 1 pôde-se ter uma referência de preço de algumas partes isoladas do sistema em questão.

3. CONCLUSÕES

O trabalho desenvolvido executou a proposta inicial, que é a construção de um sistema de geração de energia elétrica de baixo custo para uma bicicleta, objetivando aliar tanto a sustentabilidade aos ciclistas quanto à preservação do meio ambiente, visto que com o sistema desenvolvido não há necessidades de troca de pilhas, baterias e outros acumuladores de energia.

Os ensaios foram realizados de forma a reproduzir ao máximo a veracidade das medições, tentando assim,

inserir-lo em uma categoria que pudesse ser comparado com a funcionalidade de outros equipamentos do seguimento existentes no mercado.

De acordo com os resultados obtidos em vários testes e medições anteriormente citados, é indiscutível a funcionalidade do produto aqui desenvolvido e podendo sê-lo desenvolvido por qualquer pessoa que tenha um entendimento mediano com assuntos que dizem respeito à eletrônica. Vale ressaltar que o objetivo mais importante foi alcançado, sua construção a baixo custo e a comprovação de sua funcionalidade.

Para propostas de trabalhos futuros, seria de grande contribuição a implementação de uma luz traseira do tipo strobo para que os ciclistas possam ser vistos de longe em ambas as direções, além de implementar o circuito de regulação de tensão inserindo um tipo de controlados de corrente para que o mesmo seja compatível com os carregadores existentes, visto que a depender de outras marcas de smartphone, seu carregamento pode se tornar impraticável.

4. REFERÊNCIAS

- [1] ABRACICLO – Dados do setor, 2018. [Internet] Disponível em: <<http://www.abraciclo.com.br/dadosdosetor>>. Acesso em: 05/07/19.
- [2] VISHAY – Products, 2019. [Internet] Disponível em: <<http://www.vishay.com/docs/81159/vlhw5100.pdf>>. Acesso em: 09/07/19.
- [3] KOSOW, Irwing L. Máquinas elétricas e transformadores. 15ª ed. Globo: São Paulo, 2005.
- [4] BOYLESTAD, Robert L., NASHELSKY, Louis-DISPOSITIVOS ELETRÔNICOS – Teoria de Circuitos – 8 ed. São Paulo: Prentice Hall. 2005.
- [5] UNIOESTE – Disponível em: <<http://www.foz.unioeste.br/~lamat/downmateriais/materiaiscap15.pdf>>. Acesso em: 20/07/19.
- [6] FRAYTAG, Jeferson – Material didático, 2018. [Internet] Disponível em: <<http://www.docente.ifsc.edu.br/jeferson.fraytag/MaterialDidatico/ELETROMECAÂNICA>>. Acesso em: 05/07/19.
- [7] WENDLING, Marcelo – UNESP, 2009. [Internet] Disponível em: <<http://www.feg.unesp.br/Home/PaginasPessoais/ProfMarceloWendling>>. Acesso em: 05/07/19.
- [8] DIODES INCORPORATED - Support. [Internet] Disponível em: <<http://www.diodes.com/assets/Datasheets/ds28002.pdf>>. Acesso em: 28/07/19.
- [9] ONSEMI – Power solutions. [Internet] Disponível em: <<http://www.onsemi.com/products/power-management/dc-dc-controllers-converters-regulators/ldo-regulators-linear-voltage-regulators/ncv7805>>. Acesso em: 28/07/19.