

PROPOSTA DE AEROGERADOR PORTÁTIL PARA USO ACOPLADO EM VEÍCULOS AUTOMOTIVOS

Davi Medeiros Pimenta¹, Herick Talles Queiroz Lemos²

Resumo: O trabalho proposto tem como propósito esquematizar, construir e analisar um pequeno gerador de energia eólica, o qual funciona sendo acoplado a automóveis, com o intuito de captar a energia dos ventos que rodeiam os veículos quando estão em movimento. A princípio foi estudado o funcionamento e comportamento dos geradores síncronos, para assim saber como agregar esse conhecimento ao projeto. Com isso, foi reaproveitado o Cooler (ventoinha) que é utilizado em gabinetes de computadores para ser convertido de motor para um gerador portátil. Na sequência foram realizadas as adaptações necessárias para essa conversão e, executados os testes de funcionamento, onde foram realizadas as medições de tensão e correntes geradas para uma carga de 100 Ohms conectada aos terminais do gerador para diferentes velocidades de deslocamento do veículo. Os dados coletados demonstraram a viabilidade de utilização do dispositivo em velocidades a partir de 50 a 60 km/h nas quais se verificou uma geração superior a 5V e correntes superiores a 50 mA.

Palavras-chave: Energia eólica; Energia renovável; Reaproveitamento de eletrônicos; Gerador síncrono.

1. INTRODUÇÃO

A demanda crescente de energia elétrica para suprir o consumo que a sociedade vem exigindo faz com que a procura por fontes alternativas de energia se torne cada vez mais necessária, tanto para dispor de mais energia, como para diversificar a matriz energética do país, buscando-se alinhar o desenvolvimento tecnológico com a preservação do meio ambiente.

As principais fontes de energia no Brasil são as hidrelétricas, seguidas pelas termoeletricas – que operam com combustíveis fósseis ou biomassa –, as nucleares e as alternativas, como eólica e solar [1]. Dessas, a mais explorada são as hidrelétricas, que fazem a conversão da energia mecânica proveniente do movimento das águas em energia elétrica, através de geradores de corrente alternada.

O primeiro gerador de energia foi desenvolvido por Michael Faraday. Seu dispositivo primitivo convertia energia mecânica em elétrica, na forma de corrente contínua. Ao longo dos anos o dispositivo de Faraday, também conhecido como dínamo, sofreu diversos aperfeiçoamentos com a incorporação de inovações tecnológicas, transformando-o em uma máquina elétrica confiável e eficiente para geração de energia elétrica. Nos dias de hoje, a geração de energia é feita através de modelos que trabalham com corrente alternada.

Esse desenvolvimento tecnológico foi graças à descoberta da indução magnética e do eletromagnetismo que os primeiros motores elétricos puderam ser desenvolvidos, impulsionando a era industrial no planeta. Desde então, seu uso tornou-se praticamente ilimitado.

Com isso foi desenvolvidos os geradores síncronos, que são máquinas síncronas utilizadas para converter potência mecânica em potência elétrica CA [2]. O nome síncrono se deve ao fato de esta máquina operar com uma velocidade sincroniza com a frequência gerada.

Onde esse tipo de gerador é geralmente mais utilizado em usinas hidrelétrica e termelétricas.

Atualmente a busca por novas fontes de energia está cada vez mais intensiva, com o intuito de aumentar a geração de energia, assim como pluralizar a matriz energética. A energia eólica tem um grande potencial nisso, pois é uma energia limpa e com grandes possibilidades de exploração.

Vemos a expansão da exploração da energia eólica, tanto por parques eólicos onshore como os offshore, com cada vez mais tecnologia para a geração de energia de forma mais eficiente e que proporcione menos impactos ambientais.

O maior parque eólico do mundo está sendo construído na costa de Yorkshire, na Inglaterra. O projeto está previsto para ser entregue em 2020 e deverá produzir energia suficiente para abastecer 1 milhão de casas no Reino Unido, com uma capacidade instalada de 1,2 GW. [3].

¹Orientando. Davi Medeiros Pimenta, aluno do curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal Rural do Semiárido. E-mail: davi.mep@hotmail.com

²Orientador. Herick Talles Queiroz Lemos, professor do Centro de Engenharias da Universidade Federal Rural do Semiárido. E-mail: herick.lemos@ufersa.edu.br

Atualmente o Brasil se encontra em primeiro lugar na América Latina na geração de energia eólica, com capacidade de geração de 10.740 MW, em especial para a região nordeste, que continua a ser o maior polo brasileiro de geração de energia eólica, onde se estima que 50% da energia gerada na região é eólica. [4].

Considerando a importância da geração de energia elétrica para suprir a demanda já existente como para o desenvolvimento tecnológico, há a necessidade de se buscar sempre inovações tecnológicas que possam adequar esse avanço com a preservação na natureza.

Neste contexto, vemos a importância da geração eólica para mundo, com isso esse projeto visa o desenvolvimento de um protótipo de gerador de energia eólico de baixa potência, onde poderá ser acoplado em automóveis, para o fornecimento de energia para pequenas cargas.

O estudo foi realizado na cidade de Mossoró-RN, utilizando um automóvel de modelo Fiat Uno, na BR 304, onde foram realizadas medições variando a velocidade do veículo para determinar valores de tensão e corrente geradas para as respectivas velocidades.

A análise dos dados coletados permitiu afirmar que o protótipo do gerador eólico é funcional e que com um aprofundamento de sua construção poderia ser aplicado para o uso cotidiano em veículos, principalmente com o intuito de cargas de baterias, como, por exemplo, de dispositivos móveis.

2. DESENVOLVIMENTO

Até o final do século XIX, os estudos relativos aos fenômenos elétricos e magnéticos interessavam apenas a alguns poucos cientistas. Mas por volta de 1821 a 1831, Faraday finalmente obteve sucesso na formulação da importante lei que ostenta o nome dele. Em seguida, ele construiu uma máquina que gerava tensão elétrica com base em princípios de indução magnética.

Anos mais tarde Nikola Tesla (1856 – 1943) inventou o motor de indução CA polifásico e concebeu um sistema elétrico CA polifásico completo. Essa abordagem tinha muitas vantagens inerentes, em relação ao sistema CC: por exemplo, os problemas de comutação associados aos geradores CC eram eliminados. Uma vigorosa controvérsia entre Edison, da jovem General Electric Company, e a Westinghouse Company desenvolveu-se para se decidir se a indústria deveria ser padronizada em CC ou em CA. A forma CA finalmente saiu-se vitoriosa.

Atualmente a geração de energia é concentrada no sistema CA, como, por exemplo, as hidrelétricas e termoeletricas, embora os aparelhos e geradores CC ainda existem e sejam muito importantes em aplicações específicas.

2.1. Conversão Eletromagnética de Energia

A conversão eletromagnética de energia relaciona as forças elétricas e magnéticas do átomo com a força mecânica aplicada à matéria e ao movimento. Como resultado desta relação, a energia mecânica pode ser convertida em energia elétrica, e vice-versa, através das máquinas elétricas.

A energia elétrica produzida através desta conversão eletromecânica de energia pode ser reconvertida várias vezes, antes que a energia seja finalmente convertida à forma que realizará o trabalho útil.

O gerador elétrico é o dispositivo que transforma energia mecânica em energia elétrica. O motor elétrico, essencialmente um gerador usado de modo diferente, transforma energia elétrica em energia mecânica. Os geradores são usados para fornecer quase toda a energia elétrica usada atualmente.

Uma fem é induzida em um condutor que se move através de um campo magnético. Todas as usinas geradoras usam este princípio simples para converter uma forma qualquer de energia em energia elétrica. Através da lei de conservação de energia podemos dizer que a energia gerada é uma junção da energia de entrada mais a energia perdida.

2.2. Citação de Referências

Os geradores de energia foram desenvolvidos através da aplicação da Lei de Faraday, a qual indica que a força eletromotriz induzida em uma espira é igual à taxa de variação do fluxo magnético através dessa espira. Matematicamente, a Lei de Faraday pode ser escrita na forma da Equação 1.

$$\mathcal{E} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \quad (1)$$

Onde $\mathcal{E}$ é a força eletromotriz, N é o número de voltas da espira, já $\Delta \Phi$ é a variação de fluxo magnético e Δt é a variação do tempo.

Com isso podemos associar com a equação no fluxo magnético, que é dada pela Equação 2.

$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos \theta \quad (2)$$

Onde Φ é o fluxo magnético, B é o campo magnético, A é a área da espira e θ o ângulo.

Portanto, percebe-se que o fluxo magnético pode sofrer variações se houver variação no campo magnético, na área ou então no ângulo que está sendo aplicado o vetor campo magnético.

Com isso, através da aplicação desses conhecimentos, os geradores são capazes de utilizar uma fonte de energia mecânica e transforma-la em uma força eletromotriz, que por sua vez é capaz de gerar a tensão e consequentemente a corrente necessária para várias aplicações.

Em um gerador síncrono, um campo magnético é produzido no rotor. Durante o projeto do rotor, para obter esse campo magnético, pode-se optar pelo uso de um ímã permanente ou de um eletroímã, obtido pela aplicação de uma corrente CC e um enrolamento desse rotor. O rotor do gerador é então acionado por uma máquina motriz primária, que produz um campo magnético girante dentro da máquina. Esse campo magnético girante induz tensão nos enrolamentos do estator do gerador. [2].

Nos geradores síncronos são comumente determinados dois termos para descrever os enrolamentos das máquinas, são eles *enrolamentos de campo* e *enrolamentos de armadura*. Em geral, a expressão *enrolamento de campo* é aplicada aos enrolamentos que produzem o campo magnético principal da máquina e a expressão *enrolamento de armadura* é aplicada aos enrolamentos nos quais é induzida a tensão principal. Nas máquinas síncronas, os enrolamentos de campo estão no rotor, de modo que as expressões *enrolamentos de rotor* e *enrolamentos de campo* são usadas com o mesmo sentido. De modo semelhante, a expressão *enrolamentos de estator* e *enrolamentos de armadura* são também usadas com o mesmo sentido.

Como o rotor está sujeito a campos magnéticos variáveis é construído com lâminas delgadas para reduzir as perdas por corrente parasitas.

Esses geradores são denominados como síncronos devido à frequência elétrica produzida está sincronizada ou vinculada à velocidade mecânica de rotação do gerador. Portanto, a taxa de rotação dos campos magnéticos da máquina está relacionada com a frequência elétrica do estator por meio da Equação 3.

$$f = \frac{n_m P}{120} \quad (3)$$

Onde f é a frequência elétrica (em Hz), n_m é a velocidade mecânica do campo magnético (em rpm) e P é o número de polos do gerador.

Esses conhecimentos permite construir um modelo de circuito equivalente de um gerador síncrono, que pode ser observado pela Figura 1.

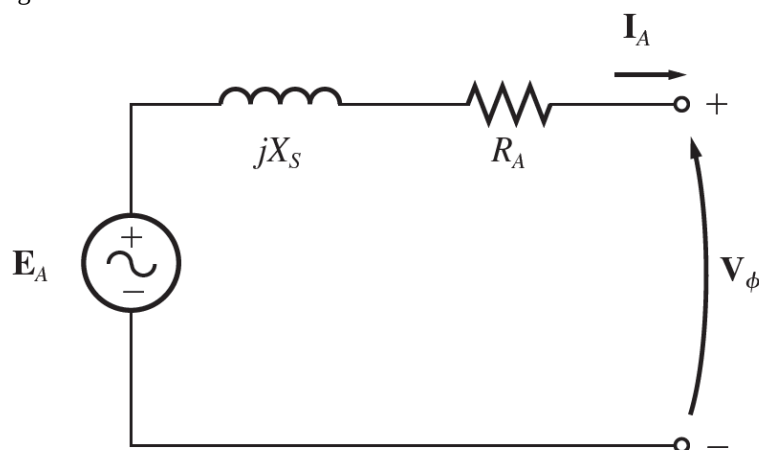


Figura 1. Circuito equivalente do gerador síncrono. (Adaptado de [2]).

A tensão E_A é a tensão gerada interna que é produzida na fase do gerador síncrono, porém essa tensão E_A não é usualmente a tensão que aparece nos terminais do gerador. O único momento em que a tensão interna E_A é igual à tensão de saída V_ϕ é quando não há corrente de armadura circulando na máquina. Essa diferença se dá por alguns fatores, como a distorção do campo magnético do entreferro pela corrente que flui no estator denominada de *reação de armadura*, a autoindutância das bobinas da armadura, a resistência das bobinas de armadura e, por fim, o efeito do formato dos polos salientes do rotor.

3. Metodologia

O intuito desse trabalho é desenvolver e analisar o comportamento de um pequeno gerador de energia eólica utilizando sucata de informática para alimentar pequenas cargas.

O principal componente utilizado é o *cooler* (ventoinha do gabinete), que tem por função principal resfriar o computador. O modelo utilizado, trabalha a 12V e consome 0,17A.

Nesse trabalho o *cooler* será adaptado para convertê-lo de um motor para um gerador. Observa-se na Figura 2 o *cooler* em seus aspectos normais e construtivos.



Figura 2. Aspectos estruturais do Cooler. (Adaptado de [5]).

Como pode ser observado na Figura 2, o cooler possui sua base em plástico, rotor com quatro polos de ímãs permanentes e, estator com quatro bobinas. Ligado às bobinas do estator há uma placa de controle do motor, cujo circuito é detalhado na Figura 3.

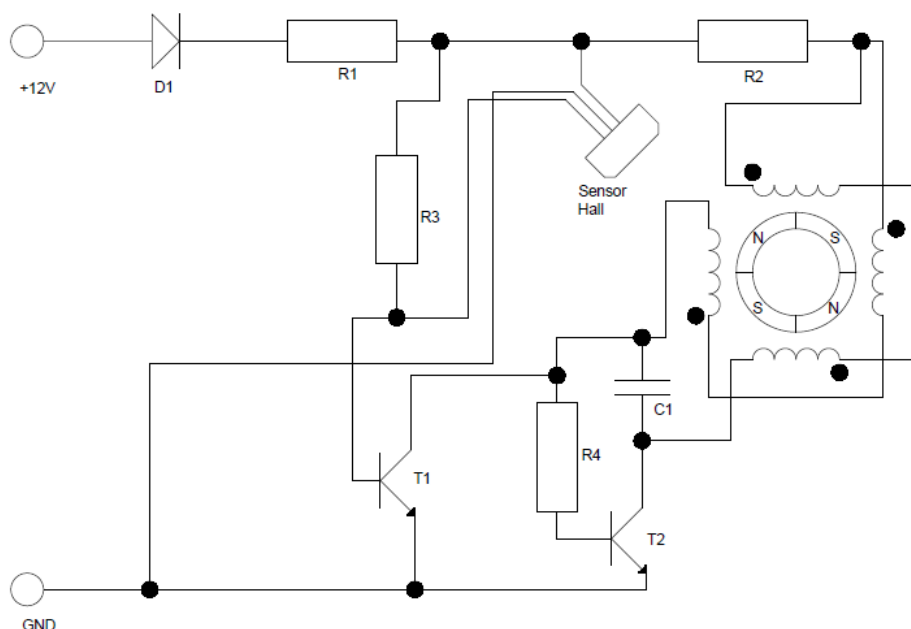


Figura 3. Circuito integrado do Cooler. (Adaptado de [6]).

Como pode ser visto na Figura 3, o circuito do *cooler* possui vários componentes como diodo, resistores, capacitores, transistores, e sensor hall. Como o *cooler* foi criado para ser utilizado em gabinetes de computadores, o diodo presente no circuito tem o intuito de impedir correntes reversas para o computador, evitando-se, assim, danos aos componentes eletrônicos do computador. Contudo, esse detalhe não é interessante para a aplicação que está sendo desenvolvida nesse trabalho, pois o intuito é gerar energia, de modo que a corrente criada pelo gerador consiga ser aplicada a alguma carga externa. Para isso, foram retirados os componentes eletrônicos presentes na placa original do *cooler*, e aproveitados apenas o motor do dispositivo. A Figura 4 apresenta o circuito aproveitado após a adaptação.

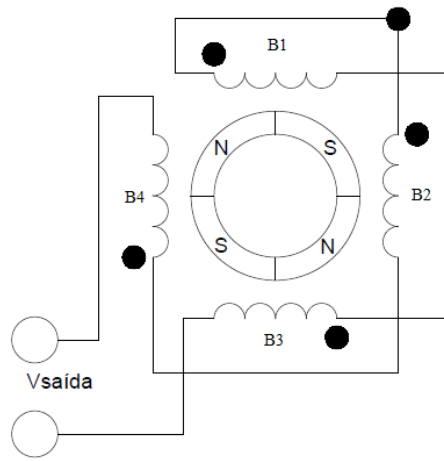


Figura 4. Circuito do gerador. (Autoria própria).

Dessa forma, a máquina elétrica poderá ser utilizada como gerador, que, por sua forma construtiva, qualifica-se como um gerador CA. Neste, à medida que o rotor gira, um campo magnético girante é produzido, fazendo com que uma tensão alternada seja induzida nas bobinas do estator.

Denominando cada uma das bobinas do circuito da Figura 4 como B1, B2, B3 e B4, verifica-se por análise de malhas que a tensão de saída do gerador, desprezando-se as perdas, será dada pela Equação 4.

$$\begin{aligned} -V + V_{B1} + V_{B2} + V_{B3} + V_{B4} &= 0 \\ V &= V_{B1} + V_{B2} + V_{B3} + V_{B4} \\ V &= \sum_{i=1}^4 V_{Bi} \end{aligned} \quad (4)$$

Portanto pode ser dito que a geração de energia é dada pelo somatório das tensões geradas em cada uma das bobinas, resultando em uma tensão total.

O Gráfico 1 ilustra a forma de onda da corrente de saída do gerador CA em função do tempo.

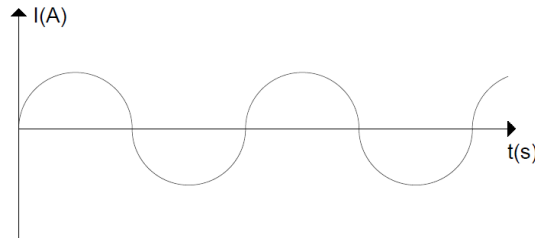


Gráfico 1. Corrente alternada. (Adaptado de [7]).

Uma vez que a aplicação que se destina esse estudo é para pequenas cargas CC, será necessário converter a corrente alternada de saída em corrente contínua. Para isso, utilizou-se uma ponte retificadora, que nada mais é do que quatro diodos arranjados de forma estratégica, também conhecido como retificador de onda completa, a fim de transformar o aspecto senoidal da corrente alternada no aspecto linear da corrente contínua.

Após a ponte retificadora foi conectado um capacitor, com o intuito de reduzir o efeito *Ripple*, que também pode ser descrito como ondulação ou fator de *Ripple*. A tensão de *Ripple* é o resultado da conversão do sinal em uma tensão contínua.

Através desses componentes a corrente CA é convertida em corrente CC com menos oscilações. Esse efeito de conversão da corrente e filtragem pelo capacitor pode ser observada pelo Gráfico 2.

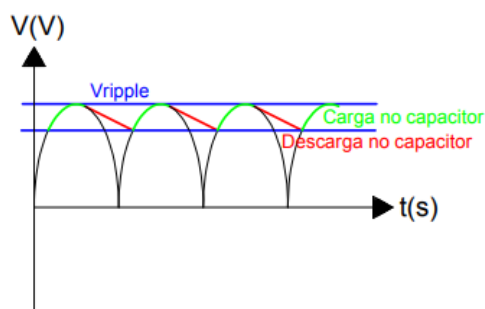


Gráfico 2. Corrente contínua e efeito Ripple. (Adaptado de [8]).

A Figura 5 mostra o esquema de ligação do projeto. Nesta figura é possível identificar o gerador (à esquerda), a ponte retificadora com quatro diodos 1N4007, um capacitor de $0,47\mu F$ e, por fim, um resistor de 100Ω que está sendo utilizado como carga.

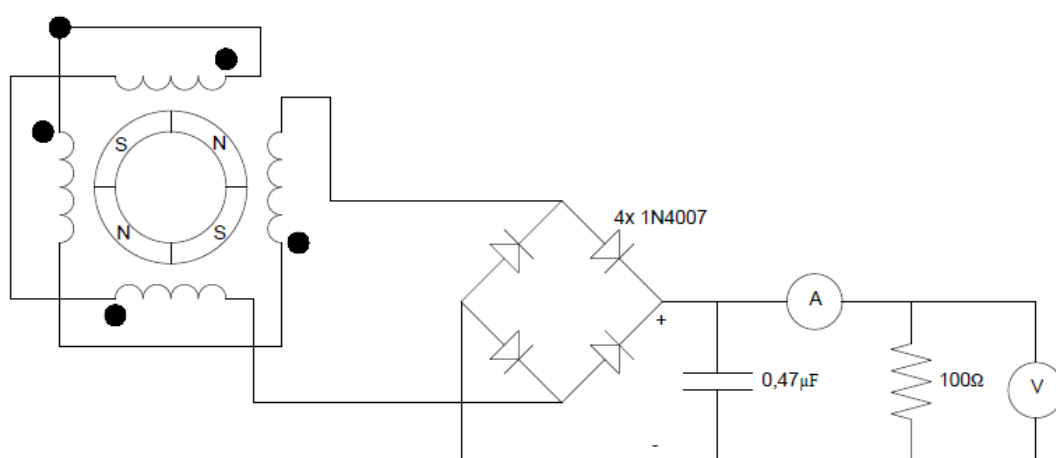


Figura 5. Circuito completo do gerador. (Autoria própria).

Como pode ser observado na Figura 5, foram instalados um amperímetro e um voltímetro para medição de corrente (em série) e tensão (em paralelo) CC, respectivamente. A corrente foi medida na escala de mA, e a tensão na escala de V.

Após a montagem de todo o circuito do gerador, o protótipo foi montado sobre uma base de plástico que permite ser acoplada ao para-brisa lateral de um automóvel, para assim utilizar o movimento do carro para captar a energia dos ventos e convertê-la em energia elétrica. A montagem proposta pode ser observada a Figura 6.



Figura 6. Protótipo de gerador de energia eólica. (Autoria própria).

Com o gerador pronto foi possível realizar as medições de tensão e corrente. As medições foram feitas para variadas velocidades de deslocamento do carro a fim de se avaliar a capacidade de geração do protótipo.

4. Resultados

As medições foram realizadas utilizando um veículo Fiat Uno, na BR 304 situada em Mossoró-RN no dia 12 de agosto de 2018, por volta das 16h. A velocidade inicial foi de 20km/h e final de 100km/h. As medidas foram realizadas em intervalos de, 10km/h.

Os valores obtidos nessas medições podem ser observados pela Tabela 1.

Tabela 1. Medições da variação da tensão e corrente em relação a velocidade. (Autoria própria).

Velocidade (km/h)	Tensão (V)			Corrente (mA)			V_{MED}	I_{MED}
	1°	2°	3°	1°	2°	3°		
20	2,49	2,9	3,87	23,7	21,6	22,6	3,09	22,6
30	3,1	3,28	3,19	36,8	32,1	30,2	3,19	33,0
40	3,25	3,48	3,49	33,9	35,6	38,1	3,41	35,9
50	4,6	5,55	5,07	56,5	59,5	58,7	5,07	58,2
60	7,28	6,9	7,18	73,5	79,8	81,2	7,12	78,2
70	8,01	8,25	7,92	87,5	84,9	88,7	8,06	87,0
80	9,11	9,84	9,84	98,5	106,7	105,7	9,60	103,6
90	10,21	10,28	10,64	113,2	107,5	106,7	10,38	109,1
100	10,45	10,5	10,52	112,8	116,6	116,9	10,49	115,4

Como pode ser observado, as medições foram realizadas em triplicata, para assim conseguir realizar uma análise mais precisa sobre o comportamento. Com esses valores foi possível realizar uma média aritmética tanto da tensão como da corrente, denominados de V_{MED} e I_{MED} , respectivamente.

Através dessas medições foi possível esboçar graficamente os comportamentos da tensão e da corrente geradas em função da velocidade do veículo. O Gráfico 3 mostra a variação da tensão, e o Gráfico 4 mostra a variação da corrente.

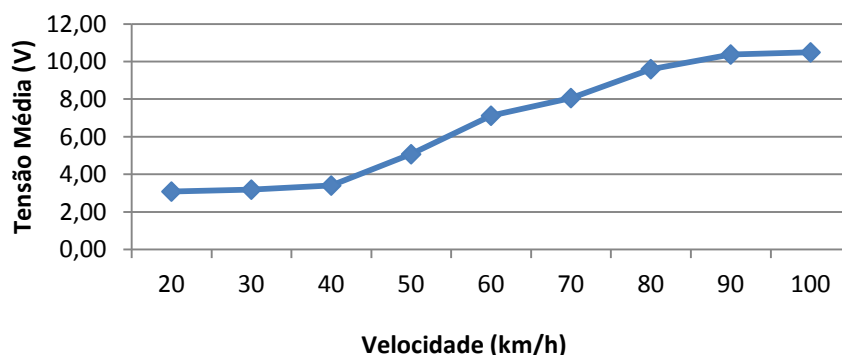


Gráfico 3. Tensão média em relação à velocidade. (Autoria própria).

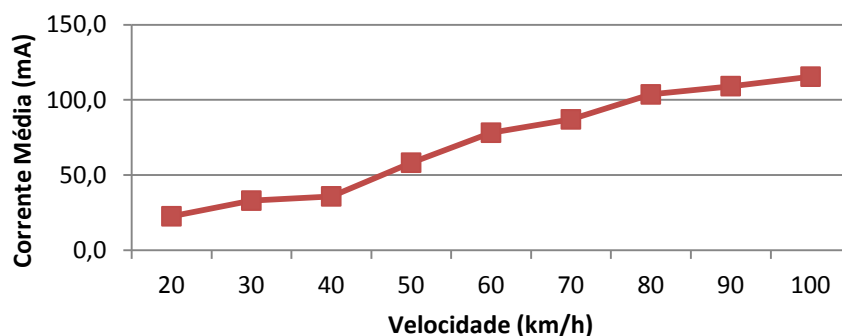


Gráfico 4. Corrente média em relação à velocidade. (Autoria própria).

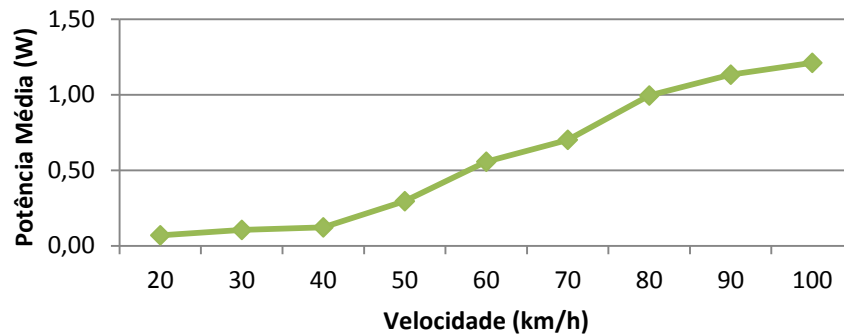


Gráfico 5. Potência média em relação à velocidade. (Autoria própria).

Com os dados obtidos nas medições, pôde ser feito uma análise numérica do comportamento do gerador para definir equações que caracterize a geração da tensão e corrente através da variação da velocidade. Utilizando-se o método numérico dos Mínimos Quadrados, onde analisando pelo gráfico de tendência que o comportamento da curva é de um polinômio de terceiro grau, foi possível definir a Equação 5, 6 e 7, que caracteriza a tensão, corrente e potência, respectivamente.

$$V = -\left(\frac{108019}{2376000000} * v^3\right) + \left(\frac{7615529}{924000000} * v^2\right) - \left(\frac{11093161}{33264000} * v\right) + \left(\frac{8606219}{1260000}\right) \quad (5)$$

Onde V é a tensão (em V) e v é a velocidade (em km/h).

$$I = -\left(\frac{1660961}{5280000000} * v^3\right) + \left(\frac{32961527}{616000000} * v^2\right) - \left(\frac{849701269}{616000000} * v\right) + \left(\frac{88533237}{2800000}\right) \quad (6)$$

Onde I é a corrente (em mA) e v é a velocidade (em km/h).

$$P = -\left(\frac{1660961}{5280000000} * v^3\right) + \left(\frac{32961527}{616000000} * v^2\right) - \left(\frac{849701269}{616000000} * v\right) + \left(\frac{88533237}{2800000}\right) \quad (7)$$

Onde P é a potência (em W) e v é a velocidade (em km/h).

5. Conclusão

Neste trabalho um pequeno gerador de energia eólica portátil foi proposto, construído e analisado. O dispositivo, o qual funciona sendo acoplado a automóveis, visa captar a energia dos ventos que rodeiam os veículos quando estão em movimento, e convertê-la para corrente contínua que pode ser utilizada para alimentação de dispositivos eletrônicos.

Nos ensaios realizados com o protótipo verificou-se que, para uma carga de 100 Ohms conectada aos terminais do gerador, é possível obter tensões superiores a 5V e correntes superiores a 50mA, quando o veículo se desloca com velocidade entre 50 e 60 km/h.

Dentro do proposto pelo trabalho, constatou-se que o protótipo do gerador de energia eólica construído através de sucata de informática obteve bons resultados na geração da energia tendo em vista seu tamanho reduzido e sua limitada capacidade de operação, que no modo motor é de 12V e 0,17A.

Como proposta para trabalhos futuros, recomenda-se à adição de um circuito regulador de tensão por diodo zener ou circuito integrado 7805 a fim de estabilizar a tensão de saída do gerador em 5V, evitando as oscilações de tensão provocadas por variações na velocidade do veículo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (Brasil). Balanço Energético Nacional 2017: Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia, 2017. 61 slides. Disponível em: <[https://ben.epe.gov.br/downloads/Síntese do Relatório Final_2017_Web.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Síntese%20do%20Relatório%20Final_2017_Web.pdf)>. Acesso em: 05 maio 2018.
- [2]CHAPMAN, Stephen J.. Fundamentos de Máquinas Elétricas. 5. ed. Porto Alegre: Amgh Editora Ltda, 2013.
- [3]VEJA. Reino Unido terá maior parque eólico do mundo, que ficará em alto-mar. 2016. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/economia/reino-unido-tera-maior-parque-eolico-do-mundo-que-ficara-em-alto-mar/>>. Acesso em: 30 maio 2018.

-
- [4]BRASIL. Brasil é o maior gerador de energia eólica da América Latina. 2017. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/editoria/infraestrutura/2017/03/brasil-e-o-maior-gerador-de-energia-eolica-da-america-latina>>. Acesso em: 30 maio 2018.
- [5]TORRES, Gabriel. Anatomia das Ventoinhas de Computador. 2010. Disponível em: <<https://www.clubedohardware.com.br/artigos/refrigera%C3%A7%C3%A3o/anatomia-das-ventoinhas-de-computador-r35426/?nbcpage=3>>. Acesso em: 04 jun. 2018.
- [6]VLADIMIR. Enrolando uma bobina de ventilador de computador estilo Imhotep / Bedini. 2014. Disponível em: <<http://www.energeticforum.com/john-bedini/16938-winding-computer-fan-coil-imhotep-bedini-style.html>>. Acesso em: 15 jun. 2018.
- [7]WEG. CARACTERÍSTICAS E ESPECIFICAÇÕES DE GERADORES. 2017. Disponível em: <<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-curso-dt-5-caracteristicas-e-especificacoes-de-geradores-artigo-tecnico-portugues-br.pdf>>. Acesso em: 1 jul. 2018.
- [8]KARASINSKI, Vinicius. Comprovado! Fonte simples de 430 W suporta uma poderosa GTX 780Ti. 2014. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/fonte/61677-comprovado-fonte-simples-430-w-suporta-poderosa-gtx-780ti.htm>>. Acesso em: 02 jul. 2018.
- [9]FITZGERALD, A. E.; KINGSLEY JUNIOR, Charles; UMANS, Stephen D.. Máquinas Elétricas: Com introdução à eletrônica de potência. 6. ed. São Paulo: Bookman, 2006.
- [10]ABREU, Y. V.; OLIVEIRA, M. A. G.; GUERRA, S. M.. UM RESUMO DA HISTÓRIA DA INDÚSTRIA DA ENERGIA ELÉTRICA. 2010. Disponível em: <[http://www.eumed.net/libros-gratis/2010c/723/RESUMO DA HISTORIA DA INDUSTRIA DA ENERGIA ELETRICA.htm](http://www.eumed.net/libros-gratis/2010c/723/RESUMO_DA_HISTORIA_DA_INDUSTRIA_DA_ENERGIA_ELETRICA.htm)>. Acesso em: 28 maio 2018.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA
CENTRO DE ENGENHARIAS

ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA

As 15:10 horas do dia seis de setembro do ano de dois mil e dezoito, no Laboratório de Energias Renováveis da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, reuniu-se a banca examinadora constituída pelos docentes **Prof. Herick Talles Queiroz Lemos**, presidente da banca e orientador da monografia, e **Prof. Me. Thomas Tadeu de Oliveira Pereira**, e o **Eng. Hugo Luiz de Moraes Carneiro Filho**, para proceder a avaliação do trabalho de conclusão de curso intitulado "**Proposta de aerogerador portátil para uso acoplado em veículos automotivos**", do aluno **Davi Medeiros Pimenta**. Foram registradas as seguintes ocorrências: após a apresentação do aluno pelo presidente da banca, ocorreu a apresentação da monografia, seguida dos questionamentos dos membros da banca e sugestões de modificações e correções. Concluída a defesa, procedeu-se o julgamento pelos membros da banca examinadora, em reunião fechada, tendo o aluno obtido as seguintes notas: 10 (dez) e 9,5 (nove e meio). Apuradas as notas, verificou-se que o aluno foi aprovado com média geral 9,5 (nove e meio), fazendo jus, portanto, ao título de **Bacharel em Ciência e Tecnologia**. E para constar, eu, **Herick Talles Queiroz Lemos**, lavrei a presente ata que, após lida e aprovada pelos membros da banca examinadora, será assinada por todos.

Assinatura dos membros da Banca Examinadora.

Herick Talles Queiroz Lemos
Prof. Herick Talles Queiroz Lemos - Presidente
UFERSA

Thomas Tadeu de O. Pereira
Prof. Me. Thomas Tadeu de Oliveira Pereira - Membro
UFERSA

Hugo Luiz de Moraes C. Filho
Eng. Hugo Luiz de Moraes Carneiro Filho - Membro
Externo

Mossoró, 6 de setembro de 2018.