



Análise da potência de um gerador eólico de pequeno porte

Power analysis of a small wind generator

Clécio Vecchia*, Romeu Miqueias Szmoski†.

RESUMO

Este trabalho traz a montagem de um arranjo experimental para estudar a potência elétrica fornecida por um gerador eólico trifásico de pequeno porte impulsionado por um motor de indução cuja velocidade de rotação é controlada por um inversor de frequência, e banco de resistores de alta potência que atuam como carga variável de modo a se obter a potência elétrica gerada para situação em que ele é submetido. A realização dos testes se procedeu variando as cargas por meio de diferentes combinações e associações de resistores e variando a velocidade do motor através da frequência do inversor. Para determinar a potência elétrica gerada foram medidas a corrente elétrica e a diferença de potencial sobre os resistores através de dois multímetros sendo que um estava atuando como voltímetro e o segundo como amperímetro registrando a corrente no sistema. Os dados finais registrados mostraram que a potência do aerogerador em estudo, sob condições normais de vento na região, fica bem abaixo do valor nominal.

Palavras-chave: Energia renovável, aerogerador, bancada de ensaios.

ABSTRACT

This work presents an assembly of an experimental arrangement to study an electrical power by a three-phase wind generator driven by an induction motor as a driving force to move the shaft, together with a frequency inverter that has the function of controlling the speed of the motor and bank of resistors that act as load in order to assess the generator's energy efficiency, verifying its real power characteristics. The tests were carried out varying the loads through different associations and associations of resistors and varying the motor speed through the frequency of the inverter. To determine the electrical power generated, the electrical current and the potential difference over the resistors were measured using two multimeters, one acting as a voltmeter and the second as an ammeter, recording the current in the system. The final data is true that the real power under normal wind conditions in the region is well below the nominal value

Keywords: Renewable energy, wind turbine, test bench.

1 INTRODUÇÃO

Na atualidade a procura por fontes de energia limpa e renovável está se tornando cada vez mais frequentes no cotidiano da população, as pessoas tem procurado formas alternativas de energia tanto para reduzir a poluição como para redução de custos. Neste cenário entra os geradores eólicos de pequeno porte regularizados para utilização em unidades consumidoras de pequeno porte pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) na resolução normativa ANEEL 687/2015 onde permite a possível instalação destes equipamentos

* Tecnologia Em Fabricação Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa cleciusve@gmail.com

† Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa; rmszmoski@utfpr.edu.br



em unidades consumidoras possibilitando utilizar a força do vento na produção de energia elétrica. A ideia de se produzir energia elétrica a partir do vento vem sendo estudada a anos, segundo (Martins; Guarnieri; Pereira; 2007) “A conversão da energia cinética dos ventos em energia mecânica do sistema vem sendo utilizada pela humanidade há mais de 3000 anos”.

Com a grande popularização e avanço no ramo de geradores eólicos, os estudos sobre os sua eficiência energética e parâmetros energéticos se torna cada vez mais importante, neste cenário entra o desenvolvimento de arranjos experimentais que permitam simular diferentes condições de vento ou que induzam o movimento da turbina para obter informações da potência elétrica gerada em termos da velocidade de giro das pás. como uma forma de auxiliar tal estudo.

O estudo em questão tem como foco a criação de um arranjo experimental com parâmetros controlados que possibilita o estudo e teste de eficiência energética em um gerador eólico de pequeno porte, visando com isso ser possível verificar a potência de produção do gerador, sua capacidade de produção e com foco em avaliar qual seria sua melhor faixa de trabalho. A importância de tal estudo tem o foco do dimensionamento correto do gerador conforme a região que se pretende instalar o mesmo.

2 MÉTODO

Primeiramente foi construída uma bancada de teste onde foi fixado o aerogerador, motor e inversor. Na sequência, resistores de 100 W de potência foram fixados em uma placa de alumínio com bornes para conexão de cabos banana-banana. Estes resistores tem finalidade de servir de carga durante os testes, montagem e ligação dos equipamentos de medição e coleta dos dados.

A montagem de um sistema de simulação em bancada traz a "possibilidade de efetuar estudos com a característica de um sistema real em bancada é de grande valia e de suma importância para o desenvolvimento de sistemas eólicos mais sofisticados" (Soltoski; Font; 2016). No sistema específico montado, foi utilizado uma placa de compensado como base para montagens das demais peças, um aerogerador com 5 pás com potência de 400 (W), um motor de indução Weg modelo W22 Premium de 1700 RPM com $\frac{1}{2}$ (CV) de potência, um inversor de frequência Weg modelo CFW300. A montagem do conjunto todo está apresentado na figura 1. A escolha de se utilizar um motor para proporcionar energia mecânica ao eixo do aerogerador se dá pela possibilidade de um maior controle de força e velocidade aplicada, permitindo um melhor controle de parâmetros. Para que o motor de indução seja controlado, entra o inversor de frequência, este equipamento proporciona a variação de frequência da rede elétrica, com a aumento ou redução da frequência de alternância da rede elétrica o motor tem sua rotação elevada, ou mesmo a reduzida.

O segundo passo é a montagem de uma placa de resistores de potência, os onde este têm finalidade de servir como carga. A utilização de resistores permite um ajuste controlado e preciso da colocação de cargas, isso assegura a melhor a qualidade dos dados finais, isso evita possíveis divergências durante a coleta. Os materiais utilizados na montagem do banco de resistores se dão por uma placa de alumínio o qual tem a finalidade de meio resfriador e base para fixação dos componentes, os resistores utilizados são de alta potência com capacidade de carga até 100 Watts e com valores iniciais de resistência de 1,1 Ohms até 100 Ohms. A fixação dos mesmos se deu através de bornes que possibilita a conexão dos cabos, a fixação dos bornes se deu parafusando os mesmos a placa de alumínio e visando garantir a boa condutividade termina foi aplicada uma pasta térmica com condutividade térmica de 0,4 W/mK. A preparação da placa para receber os resistores e a mesma montagem finalizada consta nas figuras 2 e 3.

Figura 1 - Montagem do conjunto de testes.



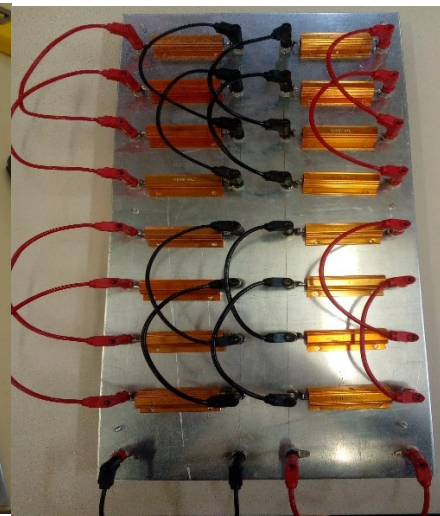
Fonte: Produção do próprio autor.

Figura 2 - Placa de alumínio utilizada
como meio resfriador.



Fonte: Produção do próprio autor.

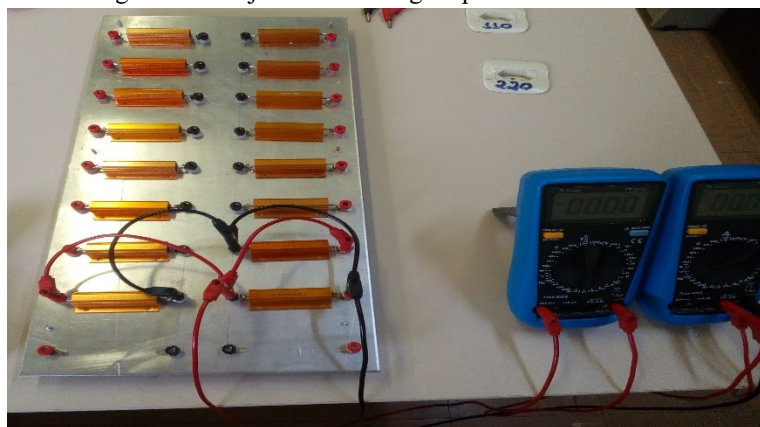
3 - Conjunto de resistores após
montagem finalizada.



Fonte: Produção do próprio autor.

O terceiro passo foi a coleta dos dados, onde foram realizadas as medidas para diferentes valores de frequência sendo o valor inicial de 3 hertz e alternando a cada 3 hertz até o valor final de 39 hertz e para diferentes resistências equivalentes sendo a menor $1,7 \Omega$, passando para $2,5 \Omega$, $5,2 \Omega$, $7,6 \Omega$, 11Ω , $13,5 \Omega$, e finalizando com uma resistência maior de 23Ω . Cumpre ressaltar que em todas as medidas foram utilizados três resistores associados em paralelo de modo a obter uma carga com 300W de potência. Com isso a cada mudança de frequência o voltímetro e amperímetro mostrava a diferença de potencial circulando no sistema e a corrente aplicada aos resistores. Na figura 4 temos a ilustração de como ficou a organização e montagem do voltímetro e amperímetro.

Figura 4 - Conjunto de montagem para coleta de dados.

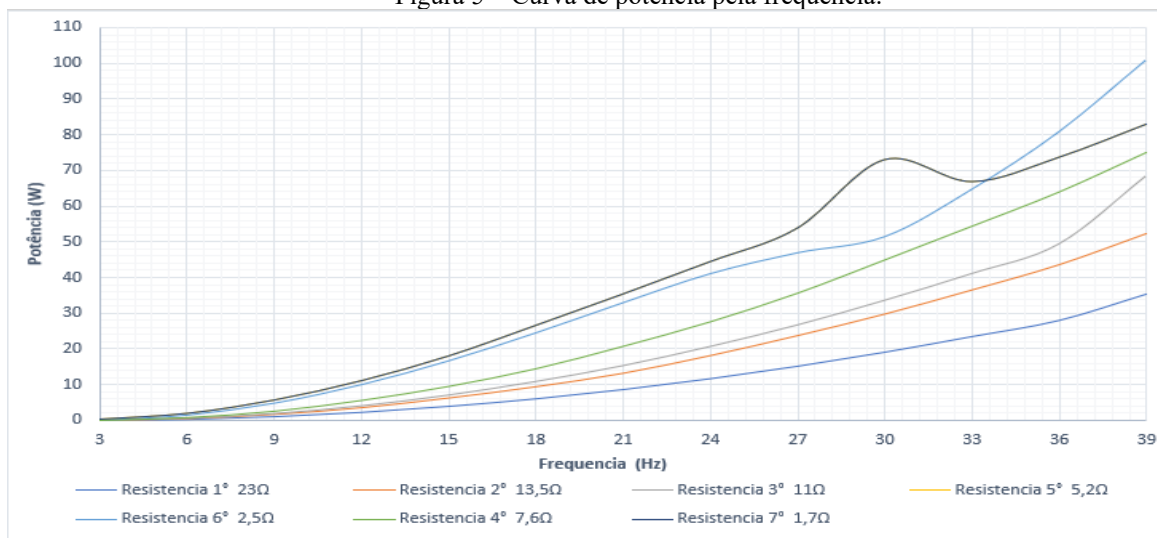


Fonte: Produção do próprio autor.

3 RESULTADOS

Uma vez definida as resistências equivalentes desejadas, os resistores foram associados e, para cada uma delas, foi realizado uma sequência de testes com treze frequências diferentes onde a menor foi 3 hertz e a maior 39 hertz, a cada valor de frequência que era setada no inversor os equipamentos de leitura voltímetro e amperímetro apresentavam valores diferentes os quais eram anotados em uma planilha, sendo os valores de tensão em voltes e os Valores (V) de corrente em Amperes (A). A coleta de tal dados possibilitou a construção de um gráfico da potência em watts por frequência em hertz, o qual é apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Curva de potência pela frequência.



Fonte: Produção do próprio autor.

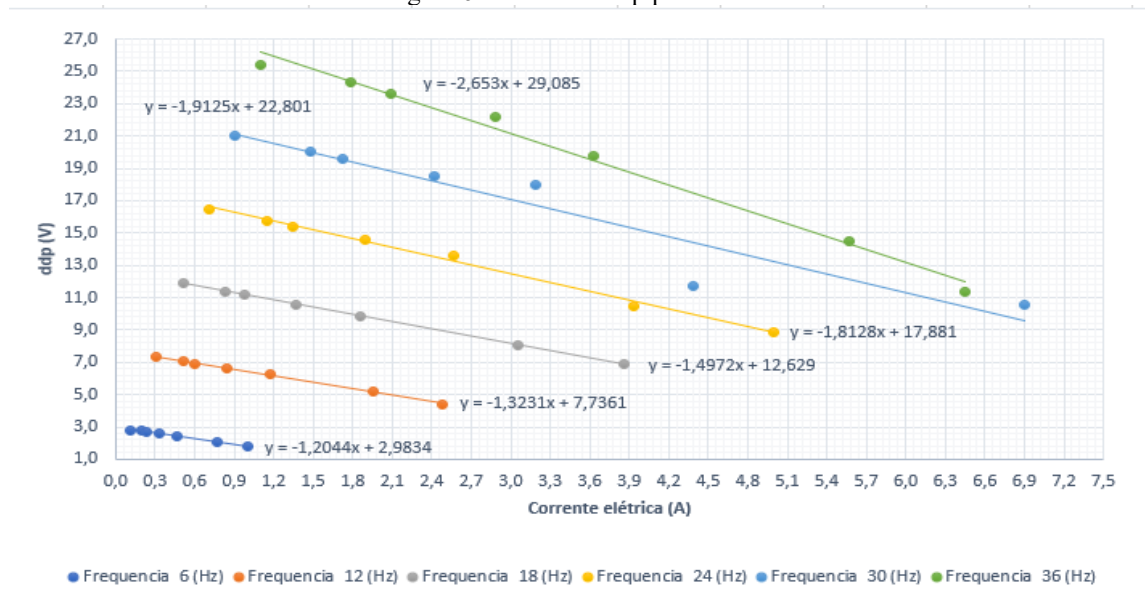
Como pode ser observado na Figura 5, a potência elétrica desenvolvida pelo gerador eólico tende a aumentar com a frequência do inversor. Esse comportamento era esperado uma vez que, quanto maior a frequência do inversor, maior o giro do eixo do aerogerador. Nota-se, porém, uma leve alteração no comportamento em 30 Hz para as duas menores resistências utilizadas. Observa-se, ainda, que para frequências maiores do que 34 Hz, o aerogerador teve seu melhor rendimento na resistência número 6, isso mostrando que



abaixo de um determinado valor de resistência, invés de se ter o aumento da potência o equipamento começa a perder rendimento.

Também foi analisado o comportamento da ddp em função da corrente elétrica gerada para diferentes valores de frequência. Como pode ser observado na figura 6, o melhor ajuste dos pontos segue uma curva linear. As equações das retas correspondentes também podem ser vistas no gráfico. A partir desta equação pode-se estimar a potência elétrica para outros valores de resistências diferentes daqueles utilizados e também obter a corrente de curto circuito do gerador, que é a corrente elétrica quando $V = 0$.

Figura 6 – Curva da ddp pela corrente elétrica.



Fonte: Produção do próprio autor

4 CONCLUSÃO

A montagem deste arranjo experimental de análise permitiu analisar o sistema sob diferentes condições de operação (vento e carga). O arranjo desenvolvido permite a alteração do gerador em estudo e, deste modo, possui uma gama maior de aplicação. A construção de um banco com resistores também visa não só atender a este projeto mais também a posteriores trabalhos que necessitam de cargas resistivas variadas, fácil instalação e facilitada coleta de dados.

O que se pode observar ao final do estudo foi que os valores fornecidos ao consumidor sobre desempenho do aparelho não estão condizentes com a real capacidade de produção energética do equipamento, como se observou o equipamento chegou a ter um rendimento cerca de quatro vezes menor que o fabricante informava.

Como objetivo futuro, temos a melhoria deste equipamento visando melhorar sua produção energética e proporcionando um melhor rendimento, análise de seu comportamento perante as condições climáticas presentes em nossa região e sua instalação em um sistema off-grid comutado a rede da casa através de um controlador montado na plataforma Arduino.



AGRADECIMENTOS

A UTFPR e DAFIS por ter cedido a infraestrutura e materiais para que o projeto tenha sido realizado.

REFERÊNCIAS

- SOLTOSKI, J.C.F. et al. **Desenvolvimento de um Emulador de Sistemas Eólicos de Pequeno Porte com Arranjo Experimental**. Orientador: Carlos Henrique Illa Font. 2016. 9 p. Relatório Final de Atividades (Bacharel em Engenharia Eletrônica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR Campus Ponta Grossa, [S. l.], 2016.
- MARTINS, F.R. **O aproveitamento da energia eólica**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, n. 1, 1304 (2008).