

CONTRIBUIÇÃO AO DESENVOLVIMENTO DE GERADORES EÓLICOS

Samuel Cabral Portella

Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica da Universidade de Passo Fundo
84551@upf.br

Edson Santos Acco

Professor do curso de Engenharia Elétrica da Universidade de Passo Fundo
edson@upf.br

***Resumo.** Este projeto apresenta o desenvolvimento de um gerador eólico para o carregamento de uma bateria. A turbina eólica empregada é de eixo horizontal de três pás com 1,4 metros de diâmetro. A utilização de um gerador síncrono com excitação independente levou a necessidade de criar um circuito micro-controlado com o PIC16F877A, através do qual pode ser desenvolvido um tacômetro, um leitor de tensão e um controle ON/OFF para alimentação de campo do gerador. Para a retificação do sinal gerado foi utilizada uma Ponte de Graetz não controlada. O projeto se mostrou robusto e funcional.*

***Palavras-chave:** Gerador eólico. Energia eólica.*

1. INTRODUÇÃO

A energia eólica é uma fonte de energia proveniente dos ventos, sendo um tipo de energia renovável, limpa e abundante na maior parte do globo. A energia elétrica é essencial para inúmeras atividades humanas, assim, no decorrer dos tempos, a humanidade vem buscando possíveis meios de aproveitar as fontes de energia existentes na natureza. Uma das formas de energia que está sendo aproveitada para suprir a demanda de energia elétrica é a energia dos ventos.

Hoje a energia eólica é aproveitada em escala comercial, abastece grandes massas populacionais através de aerogeradores, que convertem a energia dos ventos em energia elétrica.

À medida que a tecnologia dos aerogeradores evoluiu, proporciona maior eficiência na geração como, sistemas avançados de transmissão mecânicos, melhor aerodinâmica das turbinas, estratégias de controle e operação das turbinas. Com o aumento gradativo das instalações de parques eólicos e a competitividade de mercado, o custo de equipamentos o qual era um dos principais entraves da implantação foi reduzido, melhorado o desempenho e a confiabilidade. (Delgado, 2009) (Santos et al., 2006) (Runcos et al., 2008)

O objetivo deste trabalho é desenvolver um sistema de geração eólica, para alimentar, em corrente contínua, uma carga de até 100 Watts, com tensão regulada, para efetuar o carregamento de uma bateria. O sistema de geração é composto por uma unidade de captação, geração, retificação, controle e armazenamento de energia.

1. O GERADOR DESENVOLVIDO

Para melhor entendimento do desenvolvimento do projeto, o diagrama de blocos da Fig. 1 ilustra os componentes que envolvem o gerador eólico. Neste diagrama, temos como ponto de partida o vento, fonte de energia, seguido da turbina responsável pelo giro do eixo do gerador. Este por sua vez converte a energia mecânica desenvolvida em energia elétrica; o retificador fica responsável pela conversão CA-CC da tensão gerada para efetuar o carregamento da bateria, a bateria tem como

função armazenar energia, também proporciona a alimentação inicial do enrolamento de campo do gerador, garante que o circuito de controle esteja sempre ativo e, em paralelo com o gerador, alimenta a carga. O circuito de controle monitora as rotações da turbina e tensão gerada e, a partir destes dados, é responsável pela limitação da tensão gerada através do controle ON/OFF da alimentação de campo do gerador.

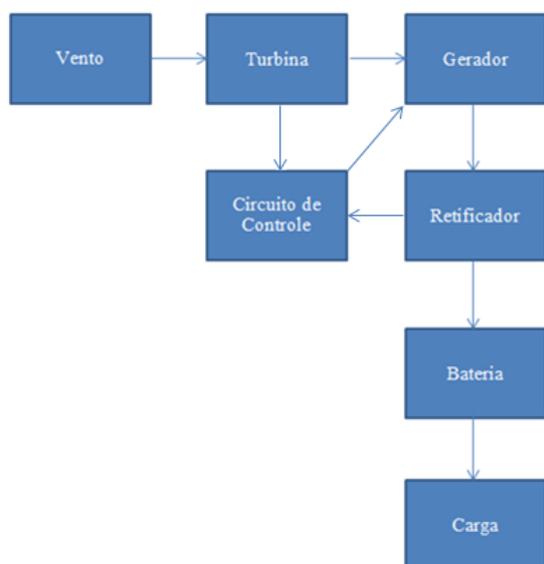


Figura 1. Diagrama de blocos do projeto do gerador eólico.

Neste projeto foi escolhido um alternador automotivo (gerador síncrono com excitação independente). Este gerador possui três enrolamentos defasados 120 graus no estator e doze pólos no rotor.

O alternador tem velocidade nominal de rotação muito elevada, e para o melhor emprego deste como gerador eólico foi necessário o seu rebobinamento, ou seja, aumentar o número de espiras do estator para que alcance tensões mais elevadas com rotações mais baixas. O alternador possui alimentação de campo independente, ou seja, necessita ser alimentado com corrente contínua para que funcione, assim usaremos a bateria como fonte de energia inicial. Esta característica do gerador proporciona controle sobre ele, onde entra o circuito de

controle, podendo escolher o momento certo de funcionamento.

Devido ao espaço físico limitado da estrutura do gerador (alternador) o enrolamento requerido para uma rotação inicial de 400RPM ficou em cerca de 50 voltas de espira por enrolamento de fase com um fio 24 AWG. O aspecto final do enrolamento pode ser visto na Fig. 2.



Figura 2. Aspecto final do estator já encaixado na estrutura do gerador.

Pelas características de resfriamento do gerador foi utilizada a mesma proporção do enrolamento original do alternador para obter o novo limite de corrente. O enrolamento final apresenta seção 24 AWG e corrente de 5,6A.

Para acomodar as bobinas em posição adequada, evitando vibrações e contatos mecânicos com o rotor e a estrutura externa do gerador, as bobinas são amarradas e bem apertadas com barbantes próprios para as aplicações em motores e geradores.

2.1 O Retificador Trifásico

O retificador trifásico de seis pulsos com filtro capacitivo, a ponte de Graetz mostrada na Fig. 3, é utilizado para tornar o sinal alternado produzido pelo gerador em um sinal contínuo.

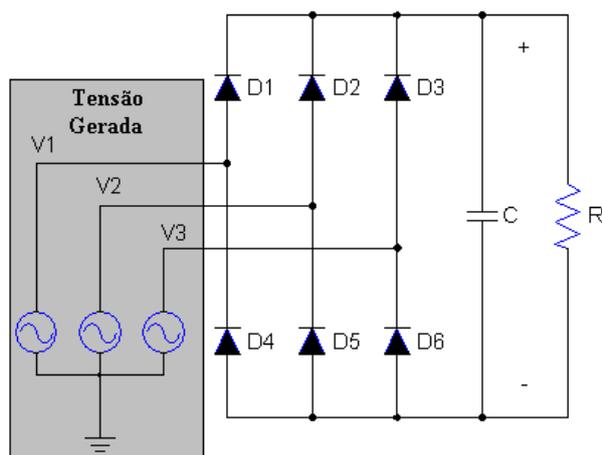


Figura 3. Ponte de Graetz utilizada para converter a tensão gerada pelo gerador eólico.

2.2 Circuito de Controle e Fonte Secundária

O circuito de controle tem a função de monitorar duas ações importantes no gerador eólico para que o sistema funcione adequadamente e responda bem as variações de velocidades imposta pelos ventos. Uma de suas funções é monitorar as rotações da turbina, para que quando chegue à rotação mínima de 400RPM para geração, libere a alimentação do campo do gerador, para que o mesmo possa então gerar energia. A outra função é monitorar a tensão gerada pela turbina, que deve estar sempre abaixo de 13,8 Volts; este limite é dado pela especificação da bateria; atingindo este limite o circuito de controle deverá cessar a alimentação do campo do gerador, para que a tensão gerada diminua seu valor e não danifique a bateria, desta forma o circuito de controle realizará o controle ON/OFF do gerador.

Uma fonte secundária é responsável pela regulação da tensão de alimentação vinda da bateria e/ou do gerador para o circuito de controle, que deve estar fixa em 5 Volts.

Foi escolhido o microcontrolador PIC16F877A que é uma escolha adequada para o desenvolvimento do circuito de controle.

O programa desenvolvido pode ser entendido pelo fluxograma da Fig. 4. É feita a leitura de dois valores, a tensão gerada e o valor da rotação do eixo do gerador, em RPM. Após a leitura estes valores passam por uma condição onde o valor da tensão deve ser menor que 13,8 Volts e ao mesmo tempo o valor da rotação deve ser maior que 400RPM, para que o campo do gerador comece a ser. Se essas duas condições não forem atendidas a alimentação do campo é desativada.

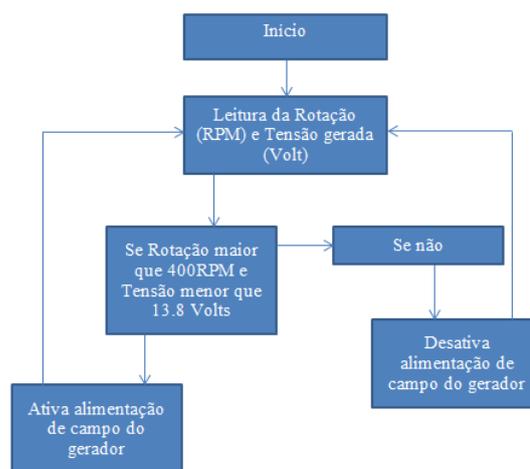


Figura 4. Lógica de controle do gerador eólico.

2.3 Resultados Obtidos

De modo geral, os resultados se mostraram bastante satisfatórios. Foi verificado, com osciloscópio, o sinal de saída do gerador, comprovando a frequência e defasagem das tensões das três fases do gerador como mostra a Fig. 5. O ensaio foi feito a vazio com uma rotação de cerca de 400RPM, usando uma furadeira convencional acoplada ao eixo do gerador e controlando sua rotação através de um controle de tensão.

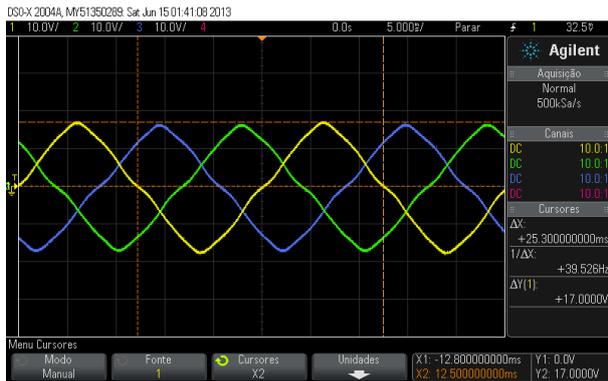


Figura 5. Sinal trifásico obtido com o gerador eólico.

Na Fig. 5 pode-se observar o tempo de um ciclo de onda através dos cursores, indicado por ΔX é igual a 25,3 ms, resultando em uma frequência de 39,526 Hz ($1/\Delta X$). A tensão de pico ΔY aparece com 17 Volts, uma vez que o ensaio foi feito a vazio.

Os resultados foram avaliados através da corrente máxima necessária para o nível mais baixo de carga da bateria, onde a mesma estabelece uma corrente máxima de carga de 2,16A. Através de ensaios com corrente de carga variável e com o aumento gradativo da rotação para compensar a potência a ser desenvolvida na saída do gerador, levantou-se a característica de desempenho do gerador eólico. O início de geração começa com 400RPM, a partir desta rotação o gerador se auto sustenta, ou seja, a potência disponível alimenta seu campo e o circuito de controle (não necessitando do auxílio da bateria), sendo que nesta rotação a tensão gerada ultrapassa o valor da tensão da bateria assumindo a carga, a partir deste valor de rotação a potência passa a ser entregue ao carregamento da bateria, para o pior estado de carga da bateria obteve-se cerca de 1200 RPM, chegando a desenvolver cerca de 45Watts de potência, obtidos pelos valores de tensão de 13,8V e 2,16A.

3. CONCLUSÕES

Neste trabalho é apresentado o desenvolvimento de um sistema de geração de energia eólica. A tarefa de desenvolver

um sistema de geração eólica foi alcançada, o circuito de controle desenvolvido obteve funcionalidade para o sistema. O retificador trifásico obteve respostas significativas para o sistema de geração eólica, devido à multiplicação da frequência de entrada e baixa oscilação de tensão. O gerador síncrono com excitação independente pode ser considerado um bom gerador elétrico para geração de energia eólica. O objetivo de estabelecer uma potência de 100Watts para o gerador eólico não foi alcançado, chegando-se a uma potência próxima a 50% do objetivo.

4. REFERÊNCIAS

DELGADO, F. M. Viabilidade técnica/econômica para produção de energia eólica, em grande escala, no nordeste brasileiro. 2009. Monografia (Pós-Graduação Lato Sensu, em Formas Alternativas de Energia) – Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras, 2009.

SANTOS A. A. RAMOS, D. S. SANTOS, N. T. F. OLIVEIRA. P. Projeto de Geração de Energia Eólica. 2006. Projeto de Graduação Engenharia Industrial Mecânica – Universidade Santa Cecília, Santa Cecília, 2006.

AL-SHEMMERI, T. Wind Turbines. Ventus Publishing Aps, 2010.

RUNCOS, F. CARLSON, R. KUO-PENG, P. VOLTOLINI, H. BATISTELA, N. J. Geração de Energia Eólica – Tecnologias Atuais e Futuras. Weg Máquinas, Jaraguá do Sul - SC - BRASIL., 2008.

ENERGIA EÓLICA. ANEL. Acesso em 15 de Março de 2013, Disponível em http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-energia_eolica%283%29.pdf