UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76
Recredenciamento pelo Decreto nº17.228 de 25/11/2016
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS
SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2021

DESENVOLVIMENTO DE MODELO DINÂMICO DE AEROGERADORES EÓLICOS PARA INCORPORAÇÃO EM SIMULADOR DIGITAL

Fernando Mota Freitas[1]; João Bosco Gertrudes[2]

1. Bolsista PIBIC/CNPq, Graduando em Eng. de Computação, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: nando.mot@gmail.com

2. Orientador, Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: jbosco@ecomp.uefs.br

PALAVRAS-CHAVE: Energia eólica; Sustentabilidade; Engenharia elétrica.

INTRODUÇÃO

Este trabalho faz parte das atividades desenvolvidas no âmbito do projeto de pesquisa "*Dimensionamento e implantação de microrrede híbrida de geração renovável com finalidade de ensino, pesquisa aplicada e extensão*", CONSEPE019/2018. Uma das etapas iniciais previstas no projeto supracitado é o "*Desenvolvimento de Modelo Dinâmico de Aerogeradores Eólicos para Incorporação em Simuladores Digitais*". O modelo foi desenvolvido para incorporação em simulador digital necessário para efetuar os estudos pré-operacionais do conjunto gerador híbrido solar e eólico que fazem parte da microrrede híbrida em desenvolvimento no projeto. Com base nos equacionamentos obtidos na etapa de revisão bibliográfica e técnica pode-se criar uma modelagem para aerogeradores de pequeno porte usando o software MATLAB para estudos no domínio do tempo. O modelo desenvolvido permite representar curvas características dos diversos componentes do vento; a modelagem do conjunto mecânico e da conversão eletromecânica de energia pelo gerador elétrico. No final do processo são apresentadas as tensões geradas nos terminais do gerador elétrico finalizado o processo de forma satisfatória. Neste trabalho foram usados os mesmos parâmetros de um aerogerador (raio das pás, potência nominal, etc) especificados no material de base[1] para efeitos de comparação. Além disso, foram feitas outras simulações com dados de outros aerogeradores de uso comercial [3]. Ambos os resultados estão coerentes demonstrando que os modelos desenvolvidos estão funcionais.

MATERIAL E MÉTODOS OU METODOLOGIA (ou equivalente)

Inicialmente foi realizada extensa e profunda revisão bibliográfica de outras pesquisas realizadas na área de modelagem de aerogeradores foi iniciado o desenvolvimento da modelagem através do software MATLAB que usa linguagem de programação homônima. A pesquisa foi assumida durante período de pandemia entre os meses de Fevereiro/2020 e Março/2020, portanto a colaboração presencial não pode ser realizada propriamente e todas as comunicações entre Orientador e Aluno foram realizadas de modo virtual usando principalmente a plataforma Google Meet. Aconteciam encontros semanais entre aluno e orientador para discussão de resultados e solução de problemas encontrados pelo aluno. Como nosso projeto teve como foco o desenvolvimento de software, o contexto pandêmico não representou um empecilho significativo, uma vez que os únicos requisitos para implantação era um computador com acesso a internet.

Considerando as etapas de desenvolvimento e estudo, podemos dividir em 3 etapas:

1) Aspectos gerais sobre a geração eólica, classificando as diferentes características típicas dos ventos.
2) Modelagem computacional e implementação dos componentes do sistema eólico baseado na revisão bibliográfica de literatura já consolidada, considerando um gerador síncrono a ímã permanente, usando técnicas baseadas no domínio do tempo. O gerador síncrono de imã permanente é o mais usual para geradores de pequeno porte adequados às pretensões do projeto de microgeração.
3) Estudos computacionais de desempenho do modelo implementado, considerando análise de qualidade para ratificação dos resultados apresentados na fase 2.

RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO (ou Análise e discussão dos resultados)

Foi usado como objeto de estudo um gerador síncrono de ímã permanente, cuja planta esquemática pode ser representada abaixo. A primeira etapa foi a modelagem de diversos tipos de vento, como: vento de rajada, constante, rampa e ruído (que é resultado de variações indesejadas, que representa com realismo situações vividas em testes em campo e que são extremamente proveitosas para estudo dos efeitos do vento sobre o gerador).

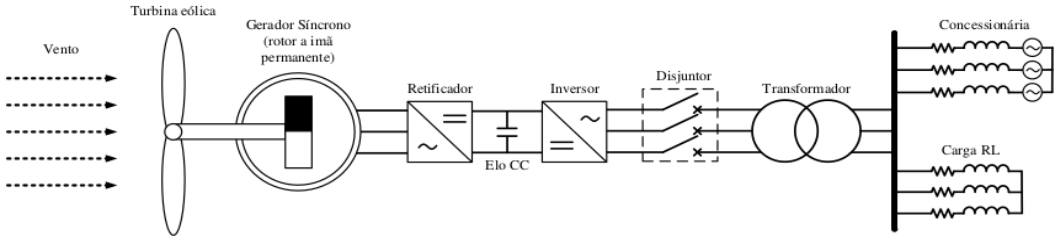

Figura 1: estrutura do aerogerador e seus componentes.

A etapa 1 foi realizada por completo onde foi possível representar com boa precisão vários comportamentos do vento, conforme o gráfico abaixo. Na figura 2 acima têm-se a representação gráfica do resultado da composição de diversos tipos de vento distintos, como vento de base, rajada, rampa e ruído. O vento de base, que é constante tem velocidade de 9 m/s. A energia cinética da massa de ar é convertida em potência útil no eixo da turbina através da turbina eólica.

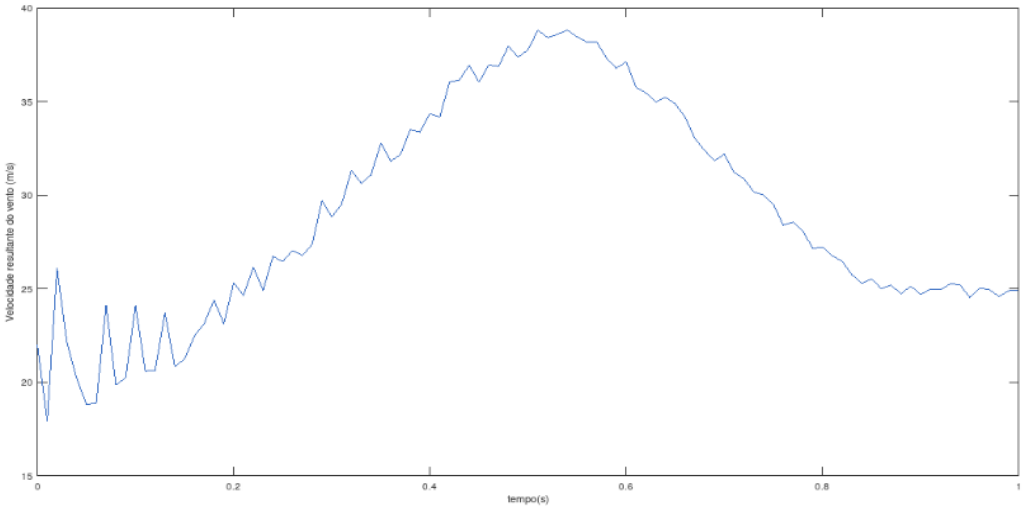

Figura 2: Representação da velocidade resultante do vento

A turbina eólica está acoplada ao eixo do gerador síncrono. Através da variação da velocidade no eixo do gerador obtêm-se a potência mecânica entregue ao eixo do gerador síncrono representada na Figura 3. A potência mecânica extraída do vento depende de características construtivas das pás da turbina, da velocidade do vento a montante e a jusante. A relação entre a potência do vento e a potência extraída é conhecida com coeficiente de potência do aerogerador.

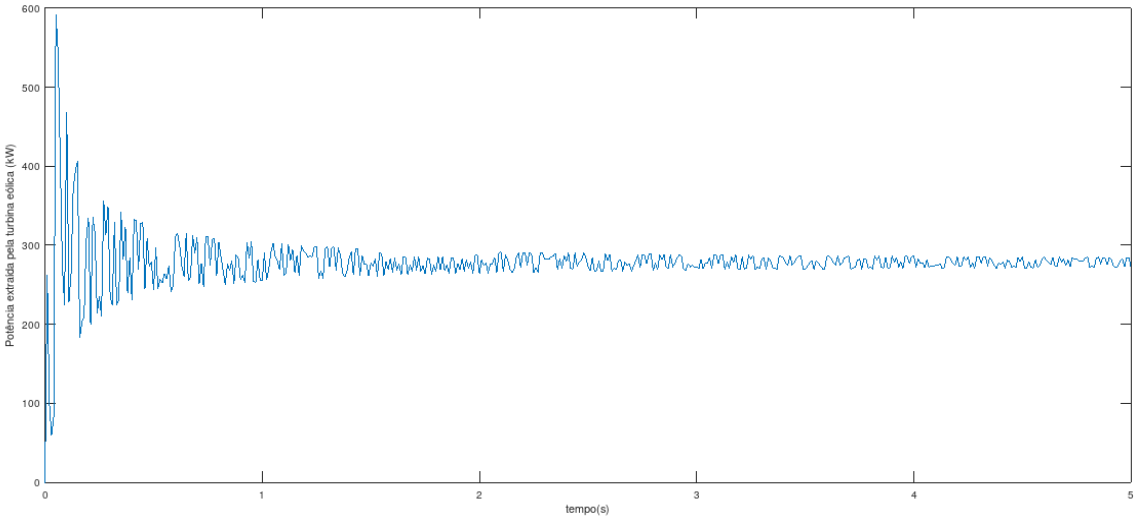

Figura 3: Potência mecânica (kW) obtida no eixo da turbina

Ao realizar a conversão de energia mecânica para energia elétrica usando a lei de Faraday[1] que afirma que a variação do campo eletromagnético provocado pela rotação do ímã acoplado ao eixo de rotação da turbina do gerador, portanto para um vento base com velocidade de 9m/s obtém-se as tensões trifásicas com defasagem de 120° e valor máximo de 500 Volts (V), observe que o ruído manifestado nos gráficos de velocidade do vento e velocidade angular também estão presentes aqui.

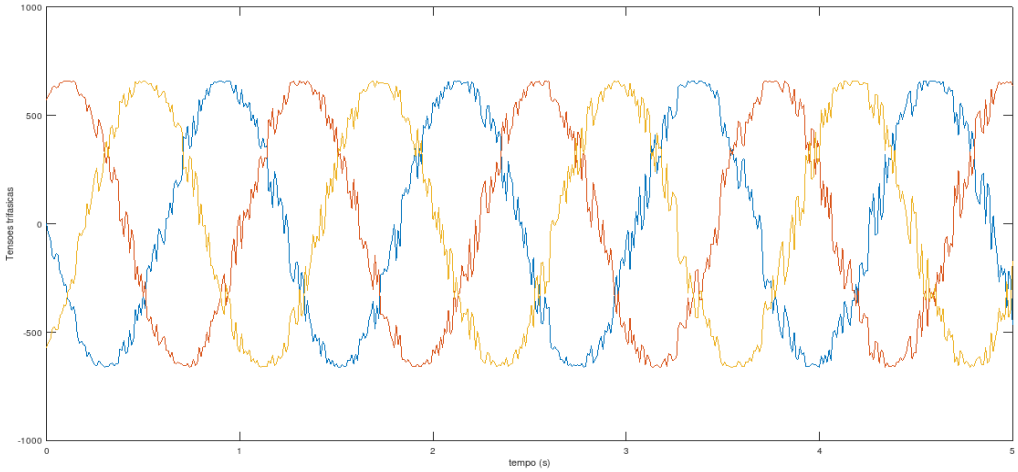

figura 4: Tensão trifásica obtida no gerador

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo inicialmente proposto no plano de trabalho era o de realizar a modelagem computacional e matemática do vento para conseguir realizar o estudo do seu comportamento em sistemas de geração de energia a fim de analisar as condições

transitórias que trouxessem maior instabilidade ao sistema do aerogerador e seus componentes elétricos, considerando isto pode-se dizer que o objetivo foi integralmente cumprido. Também foi proposto a validação dos dados em ambiente computacional MATLAB, considerando o fato de que foi usado software alternativo ao MATLAB, o GNU Octave que possui as mesmas funcionalidades e usa a mesma linguagem de programação pode-se dizer que os dados foram validados com sucesso, entretanto é necessário uma revisão e conversão de código pois algumas das bibliotecas e funções padrão de um dos softwares não é compatível com a outra, cabe dizer que esta etapa não é considerada de risco para o desenvolvimento, mas que está sendo acrescentada pois devido ao contexto pandêmico a assinatura do MATLAB foi revogada e como o acesso aos laboratórios da UEFS também foi, então considerou-se a alternativa Open Source.

REFERÊNCIAS

[1].BONELLI, Arthur Fernando. **Modelagem e simulação de unidade eólica para estudos de indicadores de qualidade da energia elétrica.** 2010. 199 f. Dissertação (Mestrado em Engenharias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.

[2]. ENERGIA EÓLICA, PRINCÍPIOS E TECNOLOGIAS, Organização: Ricardo Dutra, disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial_eolica_2008_e-book.pdf, acesso em: 14 de abril. de 2021

[3] ENAIR, Small Wind Turbine PRO, disponível em: **https://www.enair.es/en/small-wind-turbines/e70pro**, acesso em: 18 de maio. de 2021