SGR – Trabalho 3 – Prof. Umberto Pinheiro – Aluno Fábio Cadore Posser – UDESC

Artigo: Power Electronics Converters for Wind Turbine Systems

Autores: Frede Blaabjerg, Fellow, IEEE, Marco Liserre, Senior Member, IEEE, and KeMa, Member, IEEE

Publicação: IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRY APPLICATIONS, VOL. 48, NO. 2, MARCH/APRIL 2012

Com o cenário energético apresentando crescimento acelerado na busca por fontes renováveis de geração de energia, os sistemas de geração eólicos se destacam dentre os demais devido a evolução tecnológica apresentada nas últimas décadas. Nos anos 80 as torres de geração eólicas possuíam potências de dezenas de kW por unidade, e hoje estão alcançando marcas de dezenas de MW. Este crescimento está ligado diretamente a pesquisa e desenvolvimento na área de eletrônica de potência, especificamente com conversores estáticos e no seu controle.

Este trabalho irá apresentar uma breve revisão sobre os conversores estáticos e geradores utilizados atualmente nos sistemas eólicos de elevada potência e levantará algumas questões a respeito da viabilidade destes sistemas em grandes escalas.

De acordo com o relatório do *BTM Consult* (consultoria independente especializada em estudos sobre comercialização de fontes de geração renováveis de energia elétrica)de 2010, a potência instalada em geração eólica alcançou a marca de 200GW, representando 1,8% da geração de energia elétrica mundial, com uma projeção para que em 2019 alcance a marca de 8%, cerca de 1TW de potência instalada.

Na década de 80, a eletrônica de potência utilizada nas torres eólicas era baseada em tiristores para realizar uma partida soft-start no gerador e conectá-lo diretamente a rede elétrica. Na década de 90 começou a utilização de técnicas para o controle da resistência do rotor, com ponto de diodos e dispositivos semicondutores. Finalmente nos sistemas atuais, a tendência é a utilização de geradores síncronos, excitados externamente ou com imãs permanentes, utilizando conversores *back-to-back* para realizar a conexão com a rede.

Dentre os conceitos de geradores utilizados, podemos mencionar como principais: Velocidade variável com processamento parcial do conversor, Velocidade variável com processamento total do conversor.

No processamento parcial é utilizado um gerador com estator conectado diretamente na rede elétrica, e o rotor conectado a um inversor back-to-back. Este inversor é responsável por realizar a compensação de reativos e regulação da velocidade da máquina, normalmente processando em torno de 30% da potência total do gerador. Como vantagens deste conceito possuímos o baixo custo e reduzido volume do conversor porém não há o controle total da máquina para o caso de falta de rede por exemplo.

Consequentemente no processamento total, toda potência passa través de um conversor back-to-back que realiza a interface do gerador com a rede elétrica. Como vantagens deste conceito estão o controle total da máquina e da conexão com a rede elétrica, e utilizar turbinas sem caixa de transmissão.

Nos conversores estáticos podemos dividir em dois grandes grupos: conversores de única célula, e conversores de múltiplas células.

Conversores de única célula:

- Conversores unidirecionais: nesta topologia o gerador está conectado ao barramento CC do inversor VSI (*voltage source inverter*) através de uma ponte retificadora e de um conversor boost. A tensão DC do barramento gerada pelo conversor boost é utilizada para obter diferentes velocidades na máquina.

Ou conectando o gerador ao inversor CSI (*current source inverter*) através de reatâncias, e conectando o inversor a rede. Desta maneira o inversor não necessita estar na torre, aproveitando a indutância da rede até o inversor.

- Conversor de dois níveis: é a topologia mais utilizada nos conversores para turbinas eólicas, o conhecimento desta tecnologia está bem consolidado e com bastante experiências satisfatórias em campo. Normalmente aplicado com 2 conversores de dois níveis conectados como back-to-back, utilizando um transformador para realizar a interface com a rede elétrica. É uma estrutura simples, com poucos componentes e robusta, porém para elevadas potências a partir de 2MW por exemplo, as perdas nos semicondutores começam a ficar muito significativas. Outro problema é que com apenas 2 níveis, apresenta elevado dv/dt no gerador e transformador, o que acaba degradando a vida útil destes componentes ou necessitando de filtros adicionais.

- Conversores multiníveis: atrativo para potências mais elevadas, esta topologia apresenta vários níveis de tensão de saída, reduzindo o tamanho dos filtros e esforços com dv/dt no gerador e transformador. Porém, apresenta maior número de semicondutores e distribuição de perdas diferente entre os semicondutores do conversor dependendo da topologia utilizada. Em algumas topologias de multiníveis é necessário utilizar um gerador com enrolamentos abertos no estator para possibilitar a conexão monofásica do conversor, nestas topologias com estator aberto é possível contornar o problema da diferente distribuição de perdas nos semicondutores.

Conversores de múltiplas células:

A topologia mais utilizada consiste do H-Bridge em cascata, porém esta topologia necessita de um link DC isolado para cada conversor, o que dificulta o acionamento das chaves, aumenta o peso e volume do conversor.

Em 2020 estimasse que 20% da energia utilizada na Europa será proveniente de torres eólicas. A potência nominal das turbinas irá aumentar e as fazendas eólicas estão começando a surgir em terrenos off-shore por busca de um maior aproveitamento.

Seguindo a mesma tendência os conversores estáticos necessitarão trabalhar com elevada densidade de potência, design mais compacto, menos materiais e componentes, e menor custo. Os projetos de geradores eólicos necessitarão de maior robustez para trabalhar em ambientes extremos e condições de redes piores.

Desta maneira, novas áreas de pesquisa necessitam ser exploradas, como modulações para trabalhar com menores temperaturas de junção nos semicondutores, sistemas redundantes, modelagem dos problemas em uma turbina eólica para manutenção preventiva.