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: neste 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 é possível contornar o problema da diferente distribuição de perdas nos semicondutores.