

64. 풍력 발전기의 역률 개선을 위한 DCVM 포워드 컨버터

전기공학과 장수형
지도교수 김윤식

풍력 발전은 에너지 소비량의 급증으로 인한 부존 자원의 고갈에 대한 우려와 환경문제들을 고려할 때 가장 유력한 미래 대체에너지원으로 자리잡고 있으며 에너지 변환 장치의 일종인 풍력발전용 터빈에 의해 풍력에너지(속도에너지)를 회전기계 에너지로 변환하여 발전기를 구동시킴으로써 전기에너지를 생산하는 것을 말한다. 풍력 발전기를 운전형식에 따라 분류하면 독립 운전형(stand alone type)과 계통연계형(grid connection type)이 있다. 독립운전형은 전력계통이 없이 생산된 전력을 사용자에게 직접 공급하는 방식으로 저장장치인 축전기와 보조전력인 디젤 발전기 등과 함께 복합적으로 사용되는 형태로서 도서지역, 산간오지, 등대 및 통신장비 전원용으로 활용되고 있다. 계통 연계형 풍력발전기는 연계되는 전력계통의 조건에 맞게 Low/Medium/High Voltage로 계통에 연계됨으로 트랜스포머, 계통 연계장치 등을 포함하여 구성되어 있다. 현대에는 전력전자기술의 급격한 발전으로 풍력 발전 시스템의 구성 요소 중에서 기계장치들이 전기장치로 교체됨으로써 기계적 구조가 단순화되는 특징을 보이고 있다. 이는 AC/DC/AC 계통연계 장치들을 포함한 전기장치들의 제작기술이 발달되고 가격이 낮아져 지속적인 유지보수가 필요한 기계적 장치를 단순하고 효율과 유지·보수면에서 유리한 전기장치로 변경하려는 현상이 두드러지고 있다. 최근에는 소형 가정용 풍력 발전기와 더불어, 메가와트급 용량의 대형 풍력 발전기가 상용 제품으로 판매되고 있으며, 전력전자 장치는 전체 시스템 가격의 25%-35%를 차지하는 정도에 이르고 있다. 전력 변환 장치는 교류 발전기에의 전압을 직류로 변환하는 AC/DC 컨버터 부분과 이를 상용전원과 연계시키기 위한 DC/AC 부분으로 나누어지며, AC/DC 변환 장치는 다양한 입력 전압에 대응하여야 하며 또한 고 역률 운전이 필수적이다.

본 논문은 LC 필터를 부가한 포워드 컨버터를 DCVM에서 동작시킴으로써 고역률, 고효율 AC/DC 컨버터를 제안한다. 포워드 컨버터를 DCVM으로 동작시키면 스위치의 ON-OFF 기간 동안 0인 구간이 존재하여 손실이 감소된다. 그리고 커런트 테일에 의한 영향을 줄일 수 있는 이점이 있어 스위칭 소자를 MOSFET에서 IGBT로 대체함으로써 현재 추세의 풍력 발전인 대 전력용으로 사용이 가능하게 되었다. 시뮬레이션과 실험을 통하여 입력 전압이 90[Vrms], 110[Vrms], 260[Vrms]으로 변동될 때 출력 전압 24[V], 전력 72[W], 그리고 광범위한 입력에서 원만하게 동작함을 검증하였다. 또한, 역률은 입력 전압이 90[Vrms]인 경우 0.989, 220[Vrms]인 경우 0.995, 그리고 260[Vrms]인 경우 0.993으로 나왔다. 이것은 역률이 거의 1로서 입력전압과 전류가 동상임을 알 수 있다. 한편 입력전압이나 전류의 검출 없이 간단하게 제어회로를 구성할 수 있고, 인덕터와 캐패시터의 값이 작아서 소형화에도 유리하다. 또한, 입력전압이 90-260[Vrms]에서도 THD가 10% 이내로 포워드 컨버터가 안정하게 동작하여, 풍속에 따라 출력전압과 주파수가 변하는 풍력 발전용 AC/DC 컨버터에 적용이 가능함을 확인하였다.