

부스트 컨버터를 이용한 풍력 발전기 제동에 관한 연구

윤영천, 문채주, 장영학
목포대학교 전기공학과

A Study on Wind Generator Braking using Boost Converter

Young Chan Youn, Chae Joo Moon, Young Hak Chang
Dept. of Electrical Engineering of Mokpo National University

ABSTRACT

기존의 기계적인 제동시스템은 고장 및 오작동이 잦고 유지보수가 어렵다. 본 논문에서는 부스트 컨버터를 이용한 전기적인 제동 방법을 제안하였다. 200 [W] 풍력발전기를 대상으로 부스트컨버터 제작 및 동작 실험을 하였다. 풍력발전기와 부스트 컨버터를 연계하여 제동 실험을 한 결과 풍력발전기의 최대 정격출력전압 이상이 되는 지점에서 제동이 되는 것을 확인하였다.

서론

유가 상승과 온실가스 의무감축과 관련되어 신재생에너지는 지속적으로 집중적인 조명을 받고 있다. 그 중 풍력은 다른 신재생에너지에 비해 설비투자 확장 및 시장이 확대되고 있다. 풍력발전은 바람의 운동에너지를 전기에너지로 변환하는 에너지 변환 기술로 무공해 발전이 가능한 시스템이다. 하지만 풍력발전기의 출력은 바람 세기의 급격한 변화와 예측 불가능한 특성에 의해 출력변동이 심하여 불안정한 주파수를 발생하고 전력계통의 전력품질을 저하시킨다. 그렇기 때문에 풍력발전 시스템에는 일정한 출력으로 변환시켜주는 AC DC컨버터가 필수적이다.

풍력발전기는 정격출력 이상 발생 시 컨버터나 다른 시스템에 악영향을 줄 수 있고, 풍력발전기 자체에도 파손의 우려가 있기에 제동 장치가 필요하다. 기존의 기계적 제동시스템은 브레이크를 사용한 제동 방식으로 시스템에 무리를 주기 때문에 에어 브레이크나 피치 조절 등으로 로터의 회전 속도를 감소시킨 후 사용한다. 이러한 제동시스템은 기계적인 시스템으로 고장 및 오작동이 잦고 유지보수가 까다롭다.^[1]

본 논문에서는 부스트 컨버터를 이용한 전기적인 제동 방법으로 과 풍속 시 풍력발전기를 제동하는 방법을 제시하고 200W 소형 풍력 발전기를 대상으로 실험을 통해 제안한 제동 방식의 동작을 확인하였다.

2. 부스트컨버터를 이용한 제동

2.1 제동 알고리즘

본 연구에서 실험 대상으로 한 풍력발전기의 제원은 표 1과

같고, 발전기 형식은 PMSG(Permanent Magnet Synchronous Generator)이다.

표 1 풍력 발전기의 제원
Table 1 Specifications of the wind generator

Space name	Value	Space name	Value
Rate power	200 [W]	Type	Permanent magnet synchronous generator
Rate wind	11 [m/s]	Pulse	3 [P]
Cut_in wind	3 [m/s]	Volt	12/36 [V]

그림 1은 제동 알고리즘 흐름도이다. 풍력발전기와 부스트 컨버터가 연계된 상태에서 풍력발전기의 출력전압이 최대 정격 출력전압 이상 발생 시 부스트 컨버터의 출력전압이 상승하게 된다. 그에 따른 영향은 부스트 컨버터의 입력단 전류 및 PMSG의 전기자 전류가 상승하게 되고 직축 전기자 반작용이 발생한다. 직축 반작용은 계자자속에 반대방향으로 생성되면서 감자작용이 일어나 기전력이 감소되고 발전기의 회전 속도와 출력전압이 감소되는 현상이 일어난다.^[2]

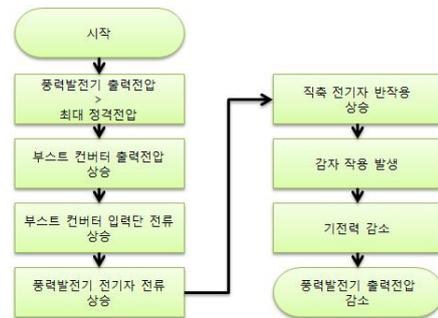


그림 1 제동 알고리즘
Fig. 1 Braking algorithm

2.2 회로설계

그림 2는 부스트 컨버터의 회로 블록도이다. 마이크로컨트롤러는 ATM_2560을 사용하였고, 제어드라이브, 부스트 컨버터, 센싱부로 구성하였다.

센싱부는 전류센서(TM1A050)와 전압센서(LV25P)에서 측정된 부스트 컨버터의 출력전압 및 입력단 전류를 필터회로와 증폭회로를 통해 ATM_2560 모듈의 ADC 입력신호 레벨(0~5[V])로 변환한다. ATM_2560 모듈은 ADC에서 측정된 값과 설정된 목표전압 값을 이용하여 디지털 제어를 통해 듀티비를 제어하고, 그에 따른 5[V] 레벨의 PWM 파형을 출력한다. 제어드라이브는 포토커플러(TLP250)를 이용하여 부스트 컨버터 스위칭소자(IGBT:BSM300GB)의 게이트 신호 레벨(12[V])로 변환하고, 부스트 컨버터는 스위칭소자의 스위칭을 통해 입력 전압을 설정된 목표전압으로 출력한다.

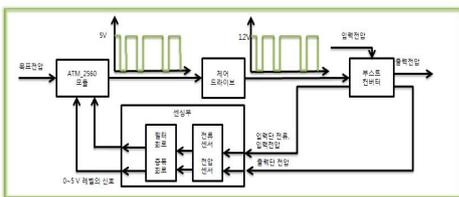


그림 2 부스트 컨버터의 블록 다이어그램
Fig. 2 Block diagram of the boost converter

3. 실험 및 고찰

실험을 위해 전원공급장치(XANTREX), 부스트컨버터, 부하(저항 20Ω 4개를 직렬 연결)를 그림 3과 같이 직렬로 구성하고 오실로스코프(TDS 3054C)로 출력전압과 입력전압을 측정하였다.



그림 3 부스트 컨버터 동작실험
Fig. 3 Experiments of the boost converter

부스트 컨버터의 입력전압을 25[V], 36[V], 40[V]로 순차적으로 인가하였을 때 36[V]이상 되는 지점에서 출력전압이 55[V]로 출력되는 것을 오실로스코프로 이용하여 그림 4와 같이 확인하였다.

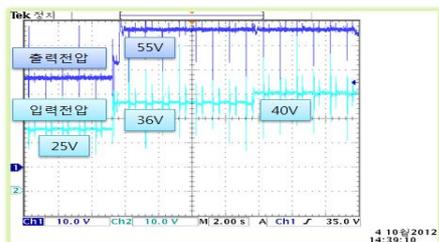


그림 4 부스트 컨버터 동작 파형
Fig. 4 Boost converter operation waveform



그림 5 풍력발전기 제동 실험
Fig. 5 Experiments of wind generator braking

부스트 컨버터를 이용한 풍력발전기 제동 실험을 하기 위해 강풍기를 이용하여 풍력에너지를 공급해주고 풍력발전기, 부스트 컨버터, 부하는 직렬구조로 구성하여, 강풍기의 속도를 조절하면서 부스트 되는 시점에서 풍력발전기의 출력전압을 오실로스코프를 사용하여 측정하였다.

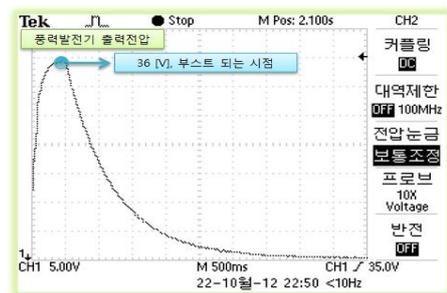


그림 6 풍력발전기 제동에 대한 파형
Fig. 6 Wind generator for braking waveform

풍력발전기의 출력전압이 36[V]되는 지점 이후 풍력발전기의 출력전압이 그림 6과 같이 줄어들다가 5[sec] 후에 출력전압이 0[V]가 되는 것을 알 수 있었다.

4. 결론

본 논문에서는 부스트 컨버터를 이용한 풍력발전기의 전기적인 제동 방법을 제시하고 200W 풍력 발전기를 대상으로 실험을 실시하였다. 부스트 컨버터를 설계 및 제작하여 풍력발전기 제동 실험을 하였으며, 풍력발전기의 출력전압이 36[V] 되는 지점에서 부스트컨버터에 의한 제동이 실행되어 풍력발전기의 출력전압이 줄어들다가 5[sec] 후에 0[V]되는 것을 확인하였다.

본 연구는 “지식경제부”, “에너지 관리공단”의 “풍력 시스템 Test Bed 센터 구축 사업”으로 수행된 연구 결과입니다.

참고 문헌

- [1] 박진환, “풍력발전 요브레이크 시스템 해석 및 실험실 연구”, 영남대 대학원 기계공학, pp. 11 13, 2011, 2.
- [2] 박귀열. “전기 제동방식을 이용한 풍력발전 시스템에 관한 연구”, 목포대 대학원 전기공학. pp. 6 17, 2010, 8.