

# 백-부스트 컨버터를 이용한 계통연계형 소형풍력발전시스템의 센서리스 MPPT 제어

이현희, 최대근, 이교범  
아주대학교

## Sensorless MPPT control using a buck-boost converter in the grid-connected small wind power system

Hyun Hee Lee, Dae Keun Choi, and Kyo Beum Lee  
Ajou University

### ABSTRACT

본 논문은 백 부스트 컨버터의 듀티비 제어를 통해 풍력발전시스템이 최대 효율을 갖도록 MPPT (Maximum power point tracking) 알고리즘을 구현하고, 발전된 전력을 계통으로 전달하기 위한 인버터 제어방법 및 시스템 구성을 제안한다. 특히 풍속정보와 발전기 속도를 제거하여 센서로 인한 단점들을 배제하였고, 제안한 풍력발전시스템과 알고리즘의 유용성을 시뮬레이션을 통해 검증한다.

### 1. 서 론

최근 화석에너지의 고갈에 대한 대체에너지로 풍력 및 태양광 발전시스템이 각광을 받고 있다<sup>[1]</sup>. 일반적으로 풍력발전은 광범위 영역에 지속적인 바람을 요구하는 대형 발전 시스템위주로 개발이 되어왔다. 하지만 소형 풍력발전시스템은 대형에 비해 가격과 제어의 용이성, 광범위한 적용이 가능하다는 점 때문에 관심이 급증하고 있다<sup>[2]</sup>. 발전풍력은 발전량이 상당히 낮기 때문에 터빈에서의 최대출력의 추종이 필요하다. 출력은 바람의 세기와 터빈의속도에 따라 좌우된다.

본 논문은 백 부스트 컨버터의 듀티비 제어를 통해 시비율을 제어하여 발전기 토크를 제어 할 수 있다. 기존의 MPPT 제어 방법에서는 풍속계를 사용하여 제어변수로 이용한다. 그러나 고가의 장비 및 측정 시 에러가 존재한다는 단점이 있다. 따라서 단점을 개선한 풍속계가 필요 없는 센서리스 MPPT 발전시스템과 발전된 전력을 계통으로 전달하기 위한 인버터 제어방법 및 시스템 구성을 제안한다.

### 2. 풍력발전시스템

시스템의 구성은 그림 1과 같다. 풍속이 유입되면 블레이드에서 발생한 기계적 에너지가 전기적 에너지로 변환되어 정류기, 백 부스트 컨버터, DC 링크, 인버터를 통해 단상 계통에 공급된다.



그림 1 계통연계형 풍력발전시스템  
Fig. 1 Grid connected Wind Power System

### 2.1 직류단 전압제어

인버터는 평균전력을 직류 측으로부터 교류 측으로 전달하는 전력변환기로 본 시스템에서는 직류단 전압을 제어하는 역할을 한다. 풍력발전시스템에서 발전된 전력이 계통으로 전달되기 위한 직류단 전압 제어 블록도는 그림 2와 같다<sup>[3]</sup>. 직류단 전압의 지령값과 실제값의 오차가 IP 제어기의 입력이 되며, 그 출력인 지령전류와 실제전류와의 오차가 PI 전류제어기의 입력이 된다. 그 출력으로 지령전압이 생성된다.

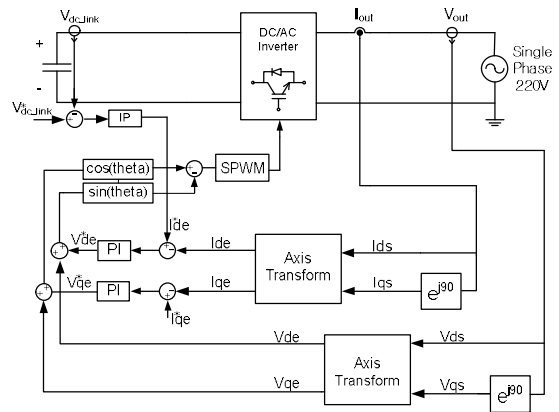


그림 2 계통연계형 인버터 제어블록도  
Fig. 2 Control block diagram of the grid connected inverter

### 2.2 센서리스 MPPT 제어

센서리스 MPPT제어를 위한 백 부스트 컨버터 듀티비의 증감 방향을 유추하기 위해서 식 (1)을 바탕으로 연쇄 법칙을 적용한다<sup>[4]</sup>.

$$\frac{dP}{d\Omega} = \frac{dP}{dD} \cdot \frac{dD}{dV_{WG}} \cdot \frac{dV_{WG}}{d\Omega} = 0 \quad (1)$$

$V_{WG}$ 는 발전기에서 정류된 전압이고  $\Omega$ 는 발전기 속도이다. 그림 3에서는 백 부스트 컨버터의 듀티비 조절을 통해 발전기 속도가 조절되어 최대전력을 추종하는 것을 설명한다<sup>[5]</sup>.

그림 4는 MPPT를 위한 P&O 알고리즘을 나타낸다. 우선 전력을 계산하고 특성곡선에 따라 듀티비를 변화시킨다.

듀티비 변화에 따라 전력의 증감이 계속되어 최대전력점을 추종한다.

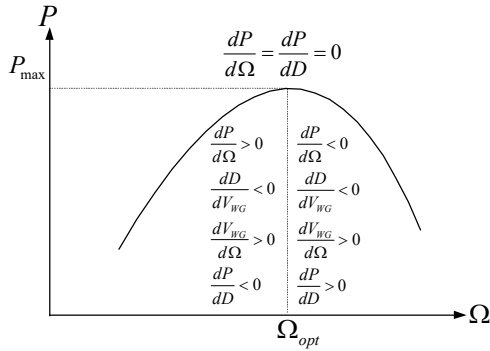


그림 3 풍력발전기 특성곡선  
Fig. 3 The curve of wind turbine characteristic

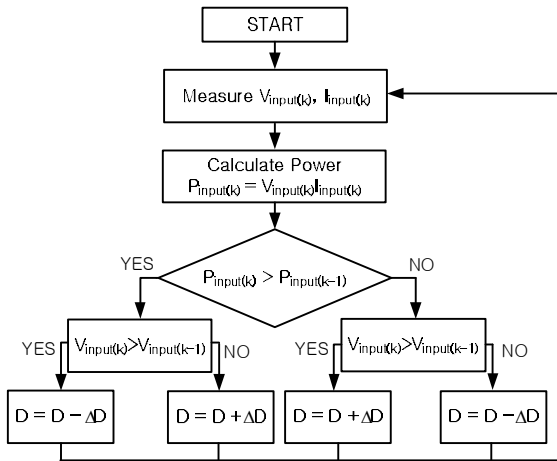


그림 4 최대출력점추종 알고리즘  
Fig. 4 Maximum Power Point Tracking algorithm

### 3.시뮬레이션

제한된 MPPT 알고리즘을 검증하기 위해 Psim을 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 백 부스트 컨버터의 L은 6mH이며, C는 2200uF으로 사용하였고 풍속은 6m/s에서 10m/s로 가변하였다. 터빈의 최적출력계수는 0.475 이다. 직류단 전압은 계통보다 높은 350V로 제어하였다.

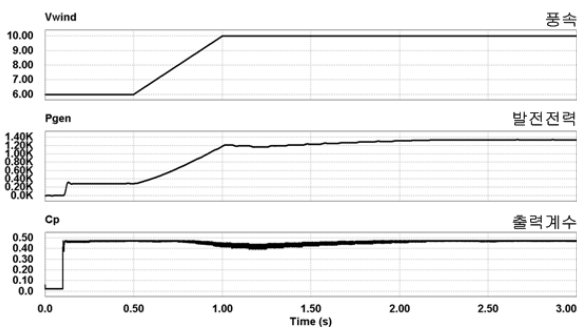


그림 5 발전기 측 컨버터의 최대 출력점 추종 제어  
Fig. 5 The MPPT of the machine-side converter

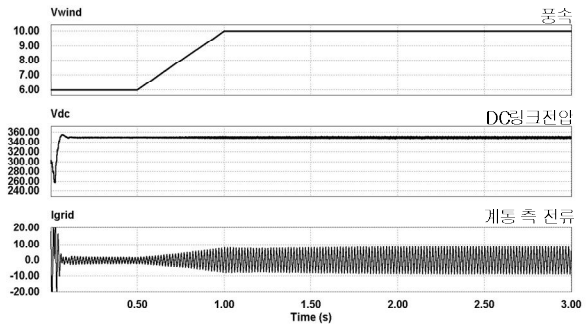


그림 6 계통 측 인버터의 성능  
Fig.6 The performance of grid-side inverter

시뮬레이션 결과로부터 풍속이 6m/s에서 10m/s로 가변 시에 터빈부에서는 최적출력계수는 0.475를 유지하였고 10m/s에서 1.3KW를 발전함을 확인하였다. 발전전력이 1.3KW가 되어도 직류단 전압이 350V로 유지됨을 확인하여 제안된 알고리즘을 타당성을 입증하였다.

### 4.결론

본 논문에서는 풍속계 및 발전기속도정보가 필요 없는 센서리스 MPPT 제어기법과 발전된 전력을 계통으로 전달하기 위한 인버터 제어방법 및 시스템 구성을 나타내었다. 고가의 풍속계 및 엔코더 없이 최대 전력점 추종이 가능함을 확인하였다. 향후 다양한 DC DC 컨버터를 이용한 보다 효율적인 MPPT 제어기법에 대해서도 연구하고자 한다.

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.20110003862).

### 참고 문헌

- [1] R. J. Wai, W. H. Wang, and C. Y. Lin, "High performance stand alone photovoltaic generation system", IEEE Trans on Ind Electron., Vol. 55, No. 1, pp. 240 250 Jan 2008.
- [2] C. A. Hernandez Aramburo, T. C. Green, and N. Mugniot, "Fuel consumption minimization of a microgrid", IEEE Trans. on Ind. Applications, Vol. 41, No. 3, pp. 673 681, May June, 2005.
- [3] R. Bharanikumar, M. P. Maheswari, S. Palanichamy, "Boost chopper circuit for low power wind turbine driven pm synchronous generator", IEEE Conferences, pp. 859 863, Nov. 2007.
- [4] E. Koutroulis, and K. Kalaitzakis, "Design of a Maximum Power Tracking System for Wind Energy Conversation Applications", IEEE Trans on Ind Electron., Vol. 53, No. 2, April 2006.
- [5] N. Femia, G. Petrone, G. Spagnuolo, M. Vitelli, "Optimizing sampling rate of P&O MPPT technique", IEEE 35th Annual PESC, June 2004.