

풍력 발전기 여자 제어기 설계

홍 현 문

동해대학교 전기전자공학과

Wind Generator Exciter Controller Design

Hong, Hyun - Mun

Dong-Hae University Electrical & Electronic Department

Abstract - 본 논문은 풍력발전기 안정된 출력발전을 위하여 풍력 동기발전기 여자기 설계에 중점을 두었다. 풍력발전기 최대 발전을 얻기 위해 동기발전기 속도제어와 여자제어가 필요하다. 속도제어에서 AC/DC 정류기는 전력 다이오드로 구성하고 DC/AC 인버터는 IGBT로 구성하였다. 여자제어 구성은 AC/DC는 전력 다이오드로 구성하고 DC단은 DC/DC 부스트로 구성하였다. 또한, 동기발전기 여자 제어기 제어신호에 동기발전기 출력 AC/DC의 전력과 동기발전기 속도로 적절하게 조절함으로서 안정되고 최대 출력이 되도록 하였다. 또한, 제안된 제어기가 우수한 성능을 보임을 시뮬레이션으로 증명하였다.

1. 서 론

풍력전력 발전기 시스템은 바람의 운동 에너지를 자연 에너지를 전기적으로 같은 에너지의 다른 형태로 바꾸는 자연을 이용하는 가장 유용한 발전 시스템의 종의 하나이다. 그러므로, 많은 적용 예들이 연구되어 왔다.[1]

최근 몇 년 동안 설치된 전력은 세계적으로 빠르게 증가 되고 있다. 예를 들면, 독일에서는 1996년에 1552[MW]에 비교하여 2000년에는 6113[MW]가 설치 되었고, 프랑스에서는 1996년에는 6[MW]와 비교하여 2000년에는 53[MW]가 설치되었다.[2]

오늘날 5백만 사람들에게 공급된 풍력발전은 2010년 까지의 목표은 세계에 75만명 사람들에게 공급할 수 있을 것이다. 기술이 가격을 줄이는데 매우 빠르게 발전하는 동안에 모델링은 미리 일어날 수 있는 문제들을 예측하고, 풍력 발전기를 고압송전망에 연결할 때 영향과 충격을 연구하는데 중요한 역할을 해왔다.[3]

모델을 설명하기 전에 구조들을 선택하여야 한다. 이것에서 제작회사에서는 몇 가지 해법을 제안했다. 그것들 중 두개를 비교하여 보자. 그중 첫 번째 구조는 고압 전력망에 직접 연결하는 유도기기로 구성되었다. 그러나, 이 시스템은 정속도와 낮은 범위 변화 속도에서 동작하는데 단점을 가지고 있다. 두 번째 구조는 동기발전기가 AC/DC/AC 변환기를 경유하여 송전망에 연결되게 구성된다. 이 시스템은 미래에 주로 사용할 가능성을 가지고 있다. 이것은 변화 속도에서 동작하고, 에너지 전송을 조절할 수 있고, 유효전력과 무효전력을 조절하고, 에너지를 저장할 수 있다. 단점으로는 컨버터의 가격, 컨버터에서 손실, 발전기 가격, 발전기의 복잡성과

고조파들이 있다.

본 논문에서는 두 번째 구조를 선택하였다. 그리고, 안정된 출력발전을 위하여 풍력 동기발전기 여자기 설계에 중점을 두었다. 풍력발전기 최대 발전을 얻기 위해 동기발전기 속도제어와 여자제어가 필요하다. 속도제어에서 AC/DC 정류기는 전력 다이오드로 구성하고 DC/AC 인버터는 IGBT로 구성하였다. 여자제어 구성은 AC/DC는 전력 다이오드로 구성하고 DC단은 DC/DC 부스트로 구성하였다. 또한, 동기발전기 여자 제어기 제어신호에 동기발전기 출력 AC/DC의 전력과 동기발전기 속도로 적절하게 조절함으로서 안정되고 최대 출력이 되도록 하였다. 또한, 제안된 제어기가 안정된 성능을 보임을 시뮬레이션으로 증명하였다.

2. 풍력 발전 시스템

2.1 시스템 구성

매우 넓은 범위의 변화 속도에서 풍력 발전기 동작을 갖기 위하여 동기 발전기의 구조는 매우 정교한 구조를 가지고 있다. 이 구조은 전압원 인버터(VSI)를 경유하여 송전망에 연결된 영구 자속 동기발전기를 기본으로 하였다. 다음 그림.1과 아래와 같은 구성도를 가진다.

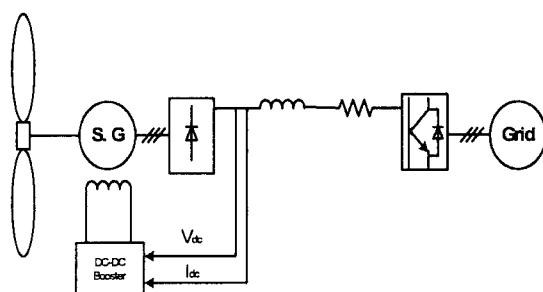


그림 1 전체 시스템 구성도

2.2 여자기 DC-DC 부스터

다음 그림.2에서 여자기 회로와 제어 블록 다이아그램이 보여주고 있다. 변화 속도에서 폭넓은 범위에서 DC-DC 부스터 효율은 상 디아오드 정류기와 IGBT 효

펴로서 이용하였다. 입력 dc 전류는 시스템의 최대 전력 동작에서 적절한 기준 전류를 따르도록 조절한다. 부가적으로, 동기발전기 AC/DC 정류기 출력단에서 전압 (V_{dc})과 출력전류(i_{dc})의 곱셈으로 출력 전력(P_{dc})을 기준 전력(P_{dc}^*)과 ΔP 를 부가적으로 더함으로서 바람에 의한 회전속도가 떨어져도 발전기 여자기 전류를 더 공급함으로서 더 많은 유효전력을 공급할 수 있다.

다음 그림3 승압 쿨퍼에서 연속전류모드에서 전압 방정식은 식(1),(2)에서 보여진다.[7]

$$L_{dc} \cdot \frac{dI_{dc}}{dt} = V_{in} - V_s \quad (1)$$

$$= V_{in} - (1 - D) V_{dc}$$

$$I_{dc} = \frac{1}{L_{dc}} \int (V_e - (1 - D) V_{dc}) dt \quad (2)$$

여기에서,

V_s : 스위치 평균 전압, D : 드티비

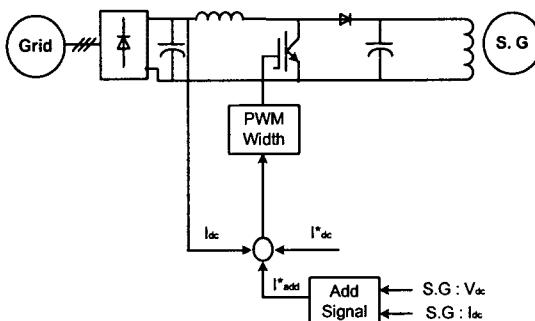


그림 2. 여자기 DC-DC 부스터 시스템

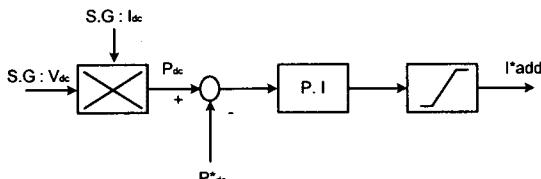


그림 3. DC-DC 승압 제어기.

3. 모의실험

만약, 바람의 세기가 약하거나 풍력발전 피치에 변화에 따른 속도변화에 따라 풍력발전 AC/DC 출력단의 전력 변화에 대한 과정은 그림4이다. 이런 변화에 대하여 그림5는 풍력발전기 여자기 전류가 대응하여 일정 전력을 유지하도록 동작함을 보여주고 있다. 또한, 동기발전기 여자 제어기 제어신호에 동기발전기 출력 AC/DC의 전력과 동기발전기 속도로 적절하게 조절함으로서 안정되고 최대 출력이 되도록 하였다. 또한, 제안된 제어기가 안정된 성능을 보임을 시뮬레이션으로 증명하였다.

4. 결 론

본 논문은 풍력발전기 안정된 출력발전을 위하여 풍력동기발전기 여자기 설계에 중점을 두었다. 풍력발전기 최대 발전을 얻기 위해 동기발전기 속도제어와 여자제어가 필요하다. 속도제어에서 AC/DC 정류기는 전력 다이오드로 구성하고 DC/AC 인버터는 IGBT로 구성하였다. 여자제어 구성은 AC/DC는 전력 다이오드로 구성하고 DC단은 DC/DC 부스트로 구성하였다. 또한, 동기발전기 여자 제어기 제어신호에 동기발전기 출력 AC/DC의 전력과 동기발전기 속도로 적절하게 조절함으로서 안정되고 최대 출력이 되도록 하였다. 또한, 제안된 제어기가 안정된 성능을 보임을 시뮬레이션으로 증명하였다.

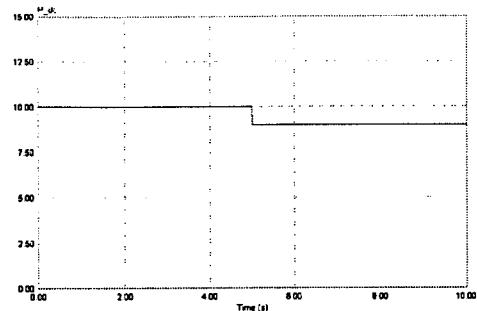


그림 4 풍력발전 AC/DC 출력단 전력 변화

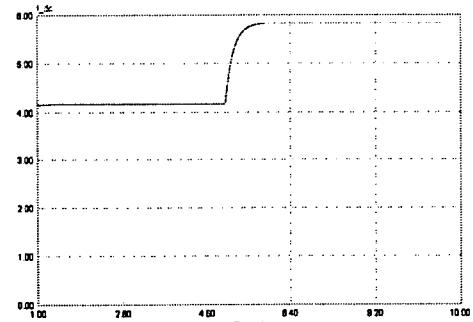


그림 5 풍력발전기 출력단 변화에 대한 여자기 전류 변화

[참 고 문 헌]

- [1] Eldridge, F. R, "Wind Machines", Van Nostrand Reinhold Co, 1979
- [2] Web site of ADEME, " www.ademe.fr".
- [3] Jog, Tande, "Exploitation of wind-energy resources in proximity to weak electric grids", Applied Energy, 2000.
- [4] Erich Hau, "Windturbines", Springer, 2000
- [5] N. Hadjsaid, J.F. Canard, F. Dumas, "Dispersed generation impact on distribution networks", IEEE Comput. Applic. Power, Vol.12 no.2, pp.22-28, Apr.1999.
- [6] J.G.Slootweg, S.W.H. de Hann, H. Polinder, W.L. Kling, "Voltage control methods with grid connected wind turbines: A tutorial review", Wind Engineering, Vol. 25, no. 6, pp. 353-365, 2001.
- [7] S.H. Song, S.I. Kang, N.K. hahm, "Implementation and control of grid connected AC-DC-AC power converter for variable speed wind energy conversion system", APEC'03, 18th, pp.9-13, Vol.1, 2003.