

500kW 풍력발전용 전력변환장치 시스템 개발

최미선, 곽상현, 문준선, 오용승, 안강순
(주) 윌 링 스

500kW Wind Power Conversion System Development

Mi seon Choi, Sang hyun Kwak, Joon sun Moon, Yong Seung Oh, Kang Soon Ahn
Willings. Co., Ltd.

ABSTRACT

본 논문에서는 대용량 및 장거리 송전을 위한 풍력발전용 MVDC 전력변환 시스템을 제안한다. 이 시스템은 컨버터, 인버터, DC Link, LC필터로 구성되어 있으며 풍력 발전기에서 발생하는 전압을 컨버터가 동작하여 DC 2000V로 제어한다. 변환된 DC Link의 전압은 인버터에서 AC 380V로 변환하여 계통에 연계된다. 제안된 방식의 타당성 검증하기 위해 500[kW]급 풍력발전용 인버터를 제작 및 실험하였다.

1. 서 론

오늘날 화석에너지 고갈 위험에 따른 신재생 에너지원으로의 대체는 전 세계적인 문제가 되었다. 그 중 높은 에너지 밀도 및 경제성을 가지고 있는 풍력발전이 가장 각광받고 있다.

풍력발전은 풍력터빈이 대형화가 되어야 저속풍 지역에서도 전력을 효율적으로 생산되므로 그에 따른 전력변환장치 또한 대형화가 되어야 한다. 또한 기존의 교류 전력 송전은 발전기 내부의 리액턴스와 변압기의 제한으로 인하여 경부하시 보상기를 필요로 한다. 반면 직류 전력 송전 방식은 인덕턴스와 콘덴서 영향이 없기 때문에 장거리 송전에 유리하며 교류 송전에 비하여 많은 장점을 가지고 있다.^{[1][4]}

이에 본 논문에서는 대용량 전력 및 장거리 송전에 유리한 풍력발전기용 전력변환 장치를 제안한다. 풍력 발전기에서 발생하는 교류 전력을 컨버터를 통하여 DC 2000V의 Medium Voltage로 변환한 후, 인버터를 통해 상용전원인 AC 380V로 변환하여 계통에 연계된다. 제안된 시스템의 검증을 위해 500kW급 인버터를 제작하여 그 타당성을 입증하였다.

2. 본 론

그림 1은 MVDC용 인버터 시스템의 블록도를 나타낸다. 풍력 발전기에서 발생하는 3상 AC 690V를 컨버터로 통해 DC 2000V로 승압하고 인버터에서는 MVDC 전력을 전송받아 상용전원으로 변환하여 계통과 연계가 가능하게 된다. MVDC 전송이 가능하기 위해서는 계통의 Fault 상태를 체크한 후 이상이 없으면 계통 측의 MC를 온하여 DC Link 전압을 975V로 초기 충전하고 MC를 오프시킨다. 초기 충전이 완료되면 컨버터를 이용하여 Link 전압을 DC 2000V로 승압시킨다.

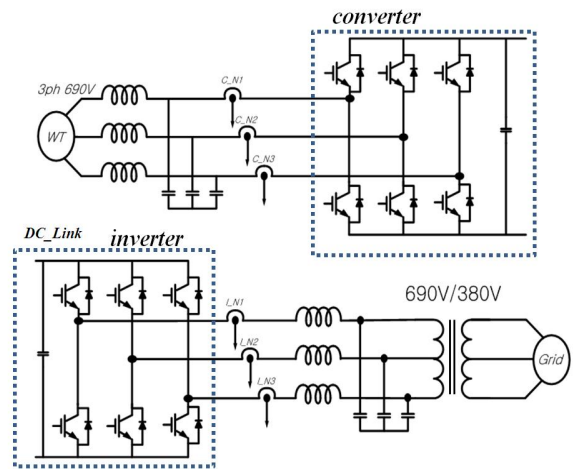


그림 1 MVDC용 컨버터와 인버터 시스템 블록 다이어그램
Fig. 1 MVDC Converter & Inverter System Block Diagram

그림 2는 인버터 제어기이다. DC Link 전압을 유지하기 위하여 DC Link 전압 제어기의 PI 제어기에 의해 인버터 출력 제어기의 전류 지령치가 나오게 된다. 이 출력 전류 지령치를 PI 제어기를 통하여 PWM이 출력되어 최종적으로 전력용 반도체를 스위칭하도록 하여 계통에 전류를 흘리게 된다.

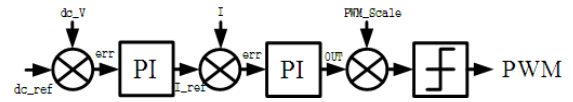


그림 2 인버터 PWM 제어기
Fig. 2 Inverter PWM Controller

3. 제작 및 실험

표 1 풍력 시스템 파라미터 (인버터 측)
Table 1 Wind System Parameters (Inv)

용량 [kW]	500	DC Link C [uF]	13827
입력 전압 [Vac]	690	CT [A]	800 이상
입력 전류 [A]	420	MCCB 정격/단락 [A]	500 / 20 k
L [uH]	600	Filter C [uF]	120

그림 3은 표 1의 파라미터 값을 이용한 500kW급 풍력발전기용 전력변환시스템을 제작한 사진이다.



그림 3 500kW급 풍력발전기용 전력변환 시스템
Fig. 3 500kW Wind Turbine Power Conversion System

그림 4는 DC Link 전압을 300~2000V 승압시킨 파형이다. DC Link 전압이 2000V로 확립되면 인버터가 스위칭을 하게 되며 AC690V의 3상 교류 전압을 만든다. 이 전압을 690 : 380 절연 변압기를 통하여 계통에 연계한다.

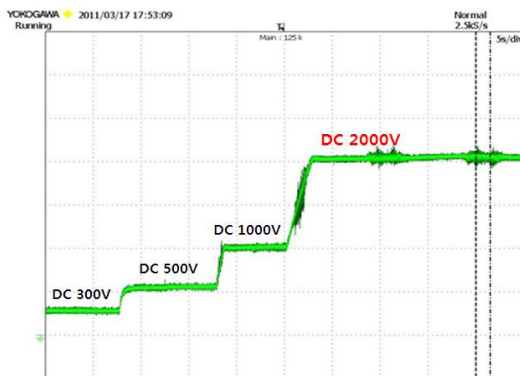


그림 4 DC 링크 전압 제어 파형
Fig. 4 DC Link Voltage Control Waveform

그림 5는 500kW 최대 부하에서의 컨버터의 입력 전압과 전류 파형이다. 채널 1은 발전기 R상 전압, 채널 2는 컨버터 R상 전류, 채널 3은 컨버터 S상 전류, 채널 4는 컨버터 T상 전류이다. 채널 1과 채널 2,3,4의 위상이 서로 반대가 나타나 전류가 발전기에서 컨버터로 유입되고 있다는 것을 알 수 있다. 각 상의 전류가 120도 위상으로 제어되고 있음을 알 수 있다. 그림 6은 인버터 출력 전류의 실험 파형이다. 채널 1은 계통 R상 전압이고 채널 2는 인버터 R상 출력 전류, 채널 3은 인버터 S상 출력 전류, 채널 4는 인버터 T상 출력 전류이다. 출력 전류 각 상의 위상이 120도 위상차를 가지고 제어되고 있음을 알 수 있다.

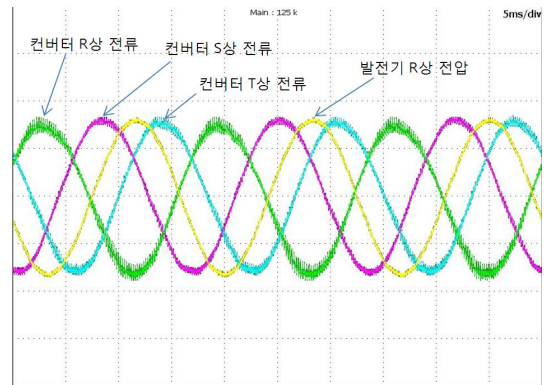


그림 5 컨버터 출력 전류 위상 (Div 300A /1V)
Fig. 5 Converter Output Current Phase (Div 300A /1V)

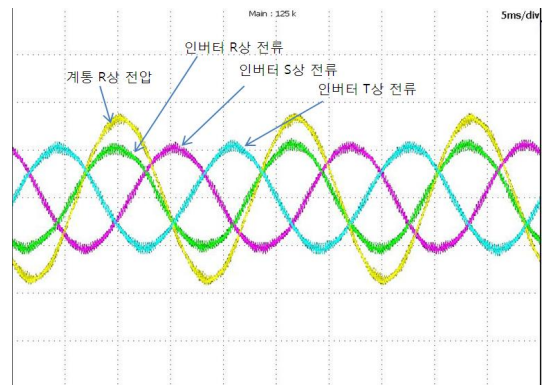


그림 6 인버터 출력 전류 위상 (Div 1000A /1V)
Fig. 6 Inverter Output Current Phase (Div 1000A /1V)

4. 결론

본 논문에서는 해상풍력발전용 MVDC 전력변환 시스템을 제안하였다. 풍력 발전기에서 발생하는 전력을 컨버터부에서 MVDC로 변환하여 인버터부에서 상용전원으로 변환하여 전송하는 시스템으로 향후 고품질 HVDC 전력변환기술에 영향력이 있을거라 사료된다.

이 논문은 호남 광역경제권 선도산업의 "대용량 해상풍력발전기용 VSC MVDC 시스템 기술 개발" 연구비 지원에 의하여 연구되었습

참고 문헌

- [1] "750kW 풍력발전 시스템 전력변환 장치의 시험" 권세진, 손윤규, 장성덕, 서재학, 오종석, 강신일, 황진수, 대한전기학회 논문지 2005. 7
- [2] "우리나라에서 HVDC 시스템의 기술 동향" 이형한, 김인섭, 정길조, 유명호, 김찬기, 대한전기학회, 전기의세계, 제53권 제11호 2004.11, page(s): 45 52
- [3] "풍력발전과 직류송전" 김찬기, 이준신, 전기의세계, 제58권 제4호 2009 page(s): 27 31
- [4] "Wind Power in Power System", Thomas Ackermann, Wiley Press, 2005.