

MMC STATCOM의 Valve 제작 및 시험

이두영, 박용희, 정종규, 김준성
(주) 효성

Manufacturing and Performance Test of Valve for MMC STATCOM

Doo Young Lee, Yong Hee Park, Jong Kyou Jeong, June Sung Kim
Hyosung Corporation

ABSTRACT

MMC(Modular Multilevel Converter)형 STATCOM 개발을 위해서는 시스템을 이루는 핵심 구성 요소인 Valve의 설계 및 신뢰성 검증이 매우 중요하다. Valve란 다수의 Sub module을 직렬로 연결, 조합한 것이며 시스템의 용량에 따라 모듈의 직렬 개수가 정해진다. 그러므로 Valve의 최적 설계 및 제어가 시스템의 성능을 개선할 수 있는 주요 항목으로 작용한다. 본 논문에서는 이러한 Valve를 제작한 내용과 시험 설비를 통해 수행된 제품의 운전 특성에 대해서 기술하였다.

1. 서론

비선형부하의 사용과 점점 복잡해지는 계통은 전체 전력계통을 불안정하게 만드는 요소가 될 수 있다. 그러므로 계통의 안정적인 운용, 전력품질을 향상시키기 위해서는 무효전력보상장치가 요구된다. 다양한 무효전력 보상장치 중 STATCOM(STATIC synchronous COMPensator)은 22.9kV 이상의 배전, 송전선로에 병렬로 연결되어 무효전력제어를 통해 연계계통의 전압안정도를 향상시킨다. 또한 STATCOM은 1사이클 이내의 제어응답특성을 가지므로 기존 무효전력보상장치(SVC)에 대비하여 연계계통의 빠른 전압안정도 향상에 기여할 수가 있다. STATCOM은 스위칭 소자 및 제어 토폴로지의 발전을 통해 용량증가에 용이한 MMC 타입으로 발전하였으며 본 논문에서는 당사에서 개발 중인 MMC 타입의 STATCOM 컨버터를 구성하는 Valve의 제작내용과 시험에 관해 다루었다.

2. 본문

2.1 Valve의 기본구성

MMC STATCOM 컨버터 시스템을 구성하는 기본단위는 H Bridge 형태의 단상인버터이다. 단상인버터는 Sub Module이라 칭하며 Modular Multi level이라는 명칭에서 알 수 있듯이 각 Sub Module들을 연결, 조합하여 하나의 Valve를 구성한다. 또한 Valve 3개는 MMC STATCOM 3상 컨버터 시스템을 구성한다. 그림 1은 MMC STATCOM의 기본구성이다.

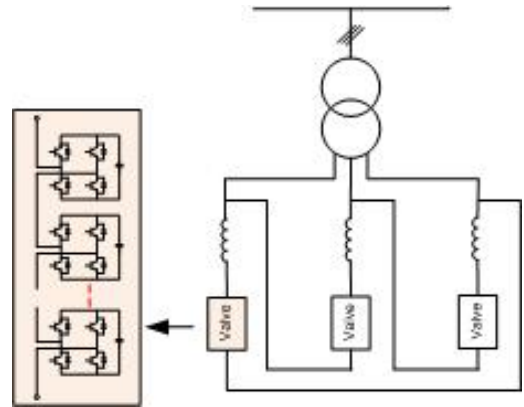


그림 1 STATCOM 시스템
Fig. 2 STATCOM System

2.2 Valve 시험세트 구성

당사에서 제작 완성된 Valve의 성능을 검증하기 위해서는 여러 가지 시험방안이 있을 수 있지만 본 논문에서는 제작된 Valve의 성능을 검증하기 위해 그림2 와 같이 시험세트를 구성하였다

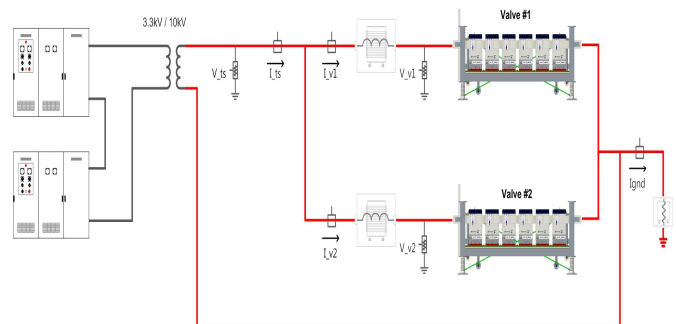


그림 2 Valve 성능 시험 회로
Fig. 2 Valve Test Circuit

구성된 시험세트는 크게 AC전원장치, 연계용 변압기, Valve Reactor, Valve 2set로 구성된다. AC 전원장치는 초기 Valve를 충전하기 위해 사용되며 AC 전원장치로부터 공급되는 전압은 연계변압기를 통해 Valve를 구성하는 각

Sub Module을 충전시킨다. Valve가 충전되는 것이 확인되면 Valve1과 Valve2의 스위칭 동작을 통해 Valve의 구성요소인 L을 부하로 사용하여 전류를 흐르게 한다. 또한 시험 세트에는 중요 Point에 센서를 위치시켜 제어 알고리즘에 사용하는 데이터를 취득 및 보호요소로 사용하도록 하였다.

2.3 시험세트의 제어기 구성

Valve를 제어하기 위한 제어기는 상위제어기, Valve 제어기, Sub Module 제어기로 구성되며 각 제어기는 계층구조를 이루고 있다. 상위제어기는 Reference를 생성하며 생성된 Reference는 Valve 제어기로 송신된다. 송신된 데이터를 이용하여 Valve 제어기는 각 Sub Module이 운전할 수 있는 스위칭신호를 발생하여 Sub Module 제어기로 송신한다. Sub Module 제어기는 최종적으로 Sub Module 내부의 스위칭소자를 운전하며 Module의 상태정보를 상위제어기로 송신하여 상위 2개의 제어기가 제어알고리즘을 수행하도록 한다. 그림 3은 시험세트의 제어기 구성을 나타내었으며 최종적으로 모든 데이터 및 지령은 HMI를 통해 입력 및 관찰이 이루어지도록 하였다.

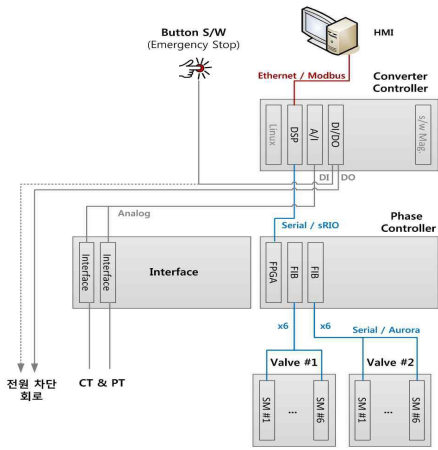


그림 3 테스트 회로의 제어 구조
Fig. 3 Controller structure of Test Circuit

2.3 성능시험

Valve의 조립상태, 보호 및 동작 시험을 확인하기 위해서는 정격의 운전조건하에서 확인 할 수 있다 덧붙여 장시간 정격운전을 통해 온도포화 특성까지도 확인할 수 있다. 그림 4는 실제 구성된 Valve 시험세트이다.



그림 4 Valve 시험회로 구성
Fig. 4 Valve Test Circuit

그림 5는 Valve 시험회로를 통해 측정된 시험파형이다. 시험파형을 통하여 알 수 있듯이 Valve1과 Valve2는 운전지령에 따라 운전하는 것을 알 수 있다. 각 Valve는 운전지령에 따라 전압의 크기가 조절되며 전압의 차이에 따라 정격전류가 흐른다. 이때 Valve의 온도포화조건도 확인가능하다. 덧붙여 AC전원장치로부터 흐르는 전류는 이론적으로 zero지만 각 Valve의 스위칭에 따른 손실분이 발생하기 때문에 손실분에 해당하는 전류가 흐르게 된다.

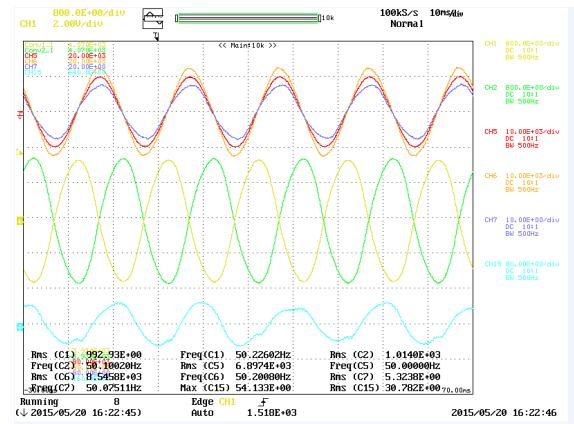


그림 5 결과 파형
Fig. 5 Waveform of Test

3. 결론

본 논문에서는 (주)효성에서 개발하고 있는 100MW급 MMC형 STATCOM을 위해 제작한 Valve의 성능 시험에 대해서 다루었다. 이번 시험을 통하여 정격운전조건하에서 Valve의 운전 및 온도상승여부를 확인하였다. 또한 다양한 시험을 통해 MMC형 STATCOM의 Valve의 제어기술을 축적하였다. 축적된 기술을 통해 대용량 컨버터 및 STATCOM 시스템 개발을 기초가 될 것이라 생각되며 개발 예정인 STATCOM은 다양한 계통에 연계되어 계통안정도 향상에 기여할 것이라 생각된다.

참고 문헌

[1] Y.S. Han, J.Y. Choi, D.H. Kim, J.S. Yoon, " 10 MVA STATCOM Installation and Commissioning", ICPE'07 Conference, 2007