

HVDC연구본부
전력변환연구센터

박 정 우
책임연구원



V4 - 5

HVDC용 모듈형 멀티레벨 컨버터 기술

Technologies for MMC-HVDC Transmission System

기술 내용

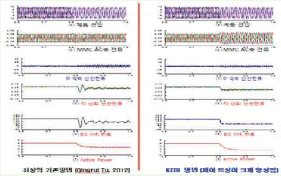
- 대용량의 전기를 장거리로 전송하기 위한 기술로서, 특히 전압형 고압직류 전력전송 방식에 대한 것으로, 모듈형 멀티레벨 컨버터를 갖는 전력변환장치와 제어에 대한 기술 일, 대단위 해상풍력 발전단지에서 생산된 전기를 해저케이블을 이용하여 원거리로 위치한 육상까지 전송할 때 가장 적합하며, 육상에 설치되어 있는 고압교류(HVAC) 전력계통을 분할하여 사고 전류에 대해 안정성을 강화할 때 적용할 수 있으며, 전력 계통전압이나 계통주파수가 서로 다른 전력계통을 연계할 때 전력계통의 품질을 개선할 수 있으면서 연계할 수 있음.
- 전압형 고압직류 송전시스템의 시장은 2015년 50GW 정도이며 매년 20% 이상 성장할 것으로 전망되며, 고신뢰성과 고품질 제품만이 과점(SIEMENS, ABB, ALSTOM) 하는 상황에서 경쟁력을 가질 수 있는 제품개발에 필요한 핵심 요소 기술을 포함하고 있음.

기술의 특징 및 우수한 점

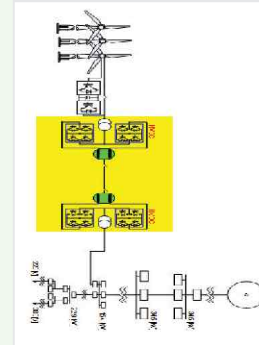
- 모듈형 멀티레벨 컨버터를 갖는 고압직류 송전시스템은 저전압 사양을 갖는 다수의 서브모듈을 직렬화 함으로써 고전압에 대응하는 토폴로지인데, 구조적으로 내부 순환전류가 흐르며, 3상 불평형 전압 모드에서 운전되면 순환전류 특성이 더욱 악화되며, 직류계통이나 교류계통에서 사고가 발생될 경우 자체적으로 사고전류를 해소하는데 어려운 구조를 갖고 있으며, 밸브 단위로 독립적으로 제어를 구현하는 적합하지 않은 특성이 있음.
- 이러한 점을 개선하기 위하여, 순환전류 억제 방법과 밸브기반 제어 알고리즘을 개발하였으며, 사고 조건에서 양방향의 사고전류를 모두 해소할 수 있는 토폴로지를 개발하였음.

연구성과 소개

- 3상 평형 전압 및 3상 불평형 전압 조건 모두에서 순환전류를 억제할 수 있으며 과도특성도 크게 개선할 수 있는 순환전류 억제 알고리즘을 개발하였고 PSCAD를 이용하여 특성을 검증하였으며, 모듈형 멀티레벨 컨버터를 6개 밸브 단위로 제어 할 수 있는 밸브기반 제어 알고리즘을 개발하였으며, 고압 직류 계통의 사고로 인해 발생할 수 있는 순시 돌입 전류를 차단할 수 있는 토폴로지를 새로 개발하였음.
- 2MW 모듈형 멀티레벨 컨버터를 갖는 HVDC 송전시스템을 제작하였고, 상기 기술을 적용한 제어 특성을 실험적으로 검증하기 위한 연구가 진행 중에 있으며, 2015년 말에 결과를 얻을 수 있을 것으로 예상 됨.



지재권구분	출원의 명칭	출원일	출원번호
특허	모듈형 멀티레벨 컨버터의 구동방법 및 구동장치	2014.2.11. (한) 2014.7.7. (독) 2014.7.3. (미) 2014.8.8. (중)	1020140015446 (한국) 102014109478.6 (독일) 14/323.380 (미국) 201410388298.8 (중국)
특허	고압직류송전용 모듈형 멀티레벨 컨버터의 순환전류 억제 방법	2013.02.13. (한) 2013.10.25.(미) 2013.9.26. (독) 2013.10.30. (중)	1020130015280(한국) 14/063.698 (미국) 102013110685.4 (독일) 201310523210.4 (중국)
특허	직렬보상 하프 브릿지 다중 모듈 컨버터	2012.3.30 (한)	1020120033283(한국)
특허	모듈라 멀티레벨 컨버터 및 그 서브모듈	2014.11.20. (한)	1020140162436 (한국)
특허	모듈라 멀티 레벨 컨버터의 변조 방법	2013.11.05. (한)	1020130133467 (한국)



해상풍력발전단지로부터 생산된 전기를, HVDC 송전시스템을 이용하여, 원거리까지 송전하는 개념도

응용 제품

- 본 기술은 고압직류전송(HVDC)에서 전압형 컨버터로 이용되는 모듈형 멀티레벨 컨버터(MMC)에 관한 것임



HVDC 전압형 컨버터 시스템



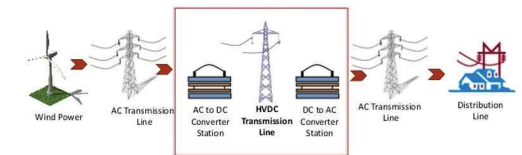
HVDC 시스템

시장 이슈

- 세계 전력 시장 흐름은 중국의 12차 5개년 경제 계획기간(2011~2015) 중 대규모 HVDC의 투자 계획, 유럽과 북미의 Super Grid 및 Grid 2030과 같은 프로젝트와 함께 HVDC에 대한 큰 관심 및 투자 확대가 전망되고 있음
- 모듈형 멀티레벨 컨버터(MMC)는 전력용량의 확대와 제어의 강점으로 그 관심 및 요구가 증대되고 있음
- SIEMENS는 2010년 Trans Bay Cable 프로젝트에 세계 최초 MMC를 상용 운영한 것을 시작으로 독일의 4개의 해상풍력 프로젝트를 포함하여 총 6개의 프로젝트를 진행하고 있음

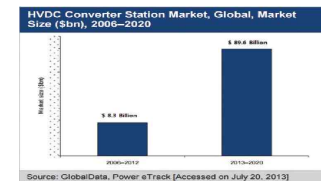
Supply Chain

- HVDC전력흐름은 발전회사에서 생산된 교류전력을 변환소에서 대용량 정류기를 사용해 직류로 변환하고, 케이블을 통해 직류송전하며, 변환소에서 다시 교류전력으로 재변환해 고객에게 보내어짐



수요 전망

- 세계 HVDC 컨버터 스테이션 시장규모는 2012년 83억 달러에서 2020년 896억 달러까지 성장할 것으로 전망함
- 현재 중국 시장점유율이 51%에 달하며, 2020년까지 시장규모 271억 달러에 이를 것으로 업계는 전망함



세계 HVDC 컨버터 스테이션 시장규모