

멀티터미널 전압형 MMC 제어 기술

전력변환연구센터 | 강재식

○ 본 기술은 신재생에너지 및 DC부하가 증가하는 차세대 전력계통의 안정도 향상 및 유연성 확보를 위한 멀티터미널 형태의 고전압 직류 송전(HVDC) 과 Medium-Voltage DC 전력계통망 운영의 핵심 설비인 모듈형 멀티레벨 컨버터의 제어 기술을 개발하는 것임. 접속 대기중인 소용량 신재생에너지원의 수용성 제고 및 선로 이용률 극대화를 위해서 DC 전력공급망을 구축하고 전력계통 자립화 기술에 활용됨.

기술개념 및 구성

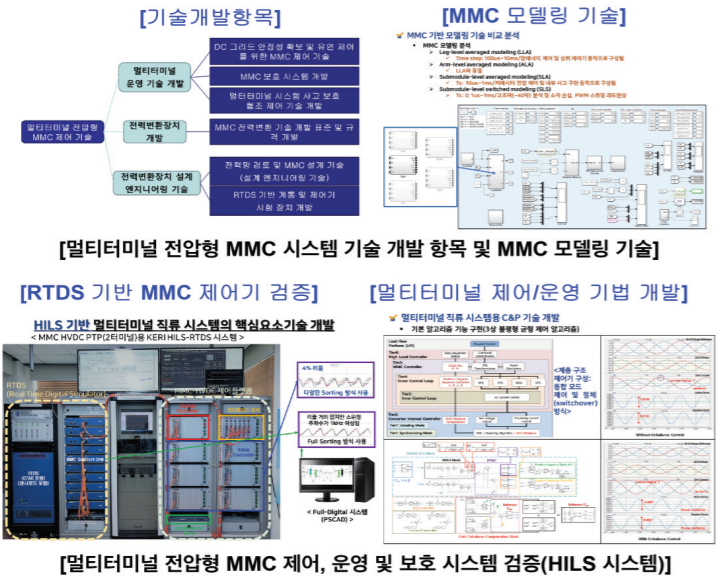
기술개념

▶ 본 기술은 모듈형 멀티레벨 컨버터(MMC) 기반 멀티터미널 DC 전력공급체계 구축을 위한 기술임.

1. 계통 분석 및 전력변환설비 제어/운영 기술 개발
2. 고속 통신 기반 MMC 통합 제어기 설계 및 실시간 디지털 시뮬레이터 연계 HILS 검증 테스트베드 개발
3. 모듈형 멀티레벨 컨버터 설계 및 안정도 검토/시나리오를 개발함

기술의 구성도

▶ MMC 기반 멀티터미널 DC 그리드의 안정적인 운영과 유연한 제어를 위한 설계, 제어, 운영 기술을 개발하고 설비 신뢰성을 검증하는 기술임.



1. 기술 개요

기술개발의 필요성

- ▶ 3차 에너지기본계획에 따르면 깨끗하고 안전한 에너지믹스로 전환하기 위하여 2040년까지 재생에너지 발전 비중 30~35%로 확대할 계획임.
- ▶ 재생에너지 3020 이행계획에 따른 재생에너지원 접속용량 확대 및 EV 보급 증대로 인한 도심내 부하밀집지역 충전 인프라 확대는 접속설비의 확충을 필요로 함.
- ▶ 그러나, 배전 선로의 신설/증설의 어려움이 존재하고 낮은 출력 이용률로 인한 신규 설비의 효율성 저하를 야기함.
- ▶ 재생에너지원의 접속용량 확보를 위한 계통보강, 새로운 시스템 구성이 필요함.

2. 기술 내용

기술의 특징

- ▶ 기술의 특징점

- DC 기반 멀티터미널 시스템 설계, 제어, 운영, 검증을 위한 기반 시스템이 마련되어 있어서 고속 통신 제어 플랫폼 개발이 용이함.
- HVDC 뿐만 아니라 MVDC/LVDC 체계에도 확장 적용 가능하기 때문에 DC 전력기/핵심요소기기의 개발에 활용이 가능함.
- 재생에너지원 접속 용량 증대에 활용 가능한 멀티터미널 DC 플랫폼 구축에 활용 가능함.
- 실시간 디지털 시뮬레이터 인터페이스 개발을 통해서 대규모 특수설비들의 설계 및 검증이 가능함.
- ▶ 기술의 상세 구역
- 모듈형 멀티레벨 컨버터(MMC) 설계 엔지니어링 기술
- 멀티터미널 안정적인 제어, 운영 기술
- MMC 고속 통신 제어 플랫폼 개발 기술
- 실시간 디지털 시뮬레이터 기반 제어 플랫폼 검증 기술

경쟁기술과 차별성

- ▶ 국내외 유사·경쟁 기술 현황

- MMC 설계 엔지니어링 기술 및 MMC 제어 플랫폼 개발

국내	기술명	MMC 제어 플랫폼 개발 기술
	기술 내용	FPGA 기반 고속 MMC 제어 플랫폼 개발 단계임
국외	기술명	TGS, Teshmont와 같은 해외 컨설팅 기술
	기술 내용	대규모 전력계통 내 전력전자기반 설비에 대한 안정성 검토

▶ 경쟁 기술 대비 우수성

경쟁기술	본 기술의 우수성
MMC 제어 플랫폼 및 설계, 운영 컨설팅 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 고속의 FPGA 기반 MMC 제어 플랫폼은 compact하고 실시간 디지털 시뮬레이터와의 인터페이스를 통해서 제어 특성 및 시나리오 검증이 가능한 기술 • 모듈형 멀티레벨 컨버터(MMC) 설계 및 설계 검증을 위한 자동화 프로그램을 바탕으로 개발 시간을 줄일 수 있고, RTDS를 이용하여 시스템 특성을 동시에 파악 가능한 기술

3. 기술의 시장성

기술 응용분야 및 제품

- 재생에너지원 접속 계통(HVDC/MVDC 송배전망)의 MMC 구축 플랫폼
- MMC 기반 멀티터미널 DC 시스템 개발 사업
- 철도급전계통 내 MMC기반 무효전력보상장치

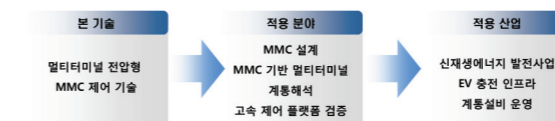


시장이슈

- 정부의 2030 에너지 정책에 따라 에너지 신 산업의 성과확산 방안으로 해상풍력 등 신 재생에너지 관련 산업을 주력산업으로 육성하는 중한 대책을 수립하였고, 풍력과 태양광에너지가 전체 투자규모의 96%로 대부분을 차지하고 있음
- 신재생에너지 사용을 점차 늘려나가기 위해 2030년까지 1차 에너지의 20%를 신 재생에너지로 보급하는 것을 목표로 설정하고, 또한 에너지 신산업 확산과 규제개혁 등 보다 적극적인 정책을 통해 신 재생에너지 발전 산업이 크게 성장할 것으로 전망됨
- 재생에너지원 접속에 따른 에너지 불균형, 과전압, 과부하, 송배전 선로 이용률 하락에 따른 문제가 발생하고 있고, 풍력, PV 발전 사업자에 대한 한전의 송배전 설비들의 확충이 필요하지만, 사회적 수용성 문제로 인한 어려움이 발생하고 있음

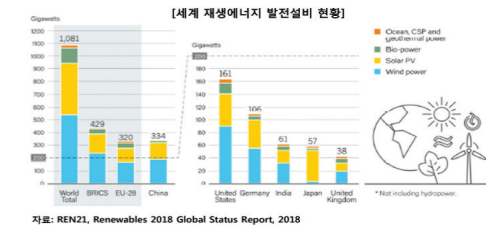
Supply chain

- 본 기술은 멀티터미널 전압형 MMC 제어 기술로, △ MMC 설계 △MMC 기반 멀티터미널 계통해석 △고속 제어 플랫폼 검증 등에 적용이 가능하며, △신재생에너지 발전 △EV 충전 인프라 △계통설비 산업 등에 공급 됨



수요전망

- 신재생에너지 확대에 따른 MMC 기반 DC 멀티터미널 시스템 수요가 증가할 것으로 예상됨
- 2017년을 기준으로 수력을 제외한 세계 재생에너지 발전용량은 1,081GW에 달하며, 1990년대 중반부터 지속적으로 늘어난 풍력이 가장 큰 비중을 차지하고 2000년대 중반부터 보급 속도가 빨라진 태양광이 다음 순서임



4. 주요 연구성과

특허 출원 및 등록 현황

기술의 완성도

구분	특허명	국가	번호	년도
출원 진행	MMC 설계 및 검증 자동화 프로그램	한국		2019
출원 진행	MMC 기반 멀티터미널 Autonomous 제어 기법	한국		2019
출원 진행	FPGA 기반 소프트웨어 정의 컨버터 제작 기술	한국		2019

- ▶ TRL 6 수준의 기술완성도 단계 : (1)Pilot 프로그램 개발 단계 및 (2)시물레이션 단계, (3)개념 단계
- ▶ 개발 기술 범위 : 멀티터미널 MMC 제어 기술 개발
- MMC 설계 및 검증 자동화 프로그램
- MMC 기반 멀티터미널 Autonomous 제어 기법
- FPGA 기반 소프트웨어 정의 컨버터 제작 기술
- ▶ 기술개발 완료 시기
- 2019년 12월 : MMC 설계 및 검증 자동화 프로그램
- 2020년 02월 : MMC 기반 멀티터미널 Autonomous 제어 기법
- 2020년 12월 : FPGA 기반 소프트웨어 정의 컨버터 제작 기술

5. 기대 효과

기술 도입 효과

▶ 경제적인 효과

- 현재 배전계통내 재생에너지원 접속 허용 용량은 10MW인 상황에서 접속 대기중인 재생에너지 발전사업자는 대략 전국적으로 6GW정도가 됨.
- MMC 기반 멀티터미널 DC 전력공급 체계를 구축하게 되면, 재생에너지원 추가 수용성 확보(기존 20MW 대비 2배 이상 확보 가능)
- 재생에너지원 추가 수용은 송배전 설비 확충 시 소모되는 기타 비용을 줄일 수 있음(단, 컨버터 스테이션 장치 추가에 의한 경제적 타당성 검토가 필요할 수 있으므로, MMC 제어에 의해서 얻어지는 정성적 효과로 인한 경제성이 함께 고려되어야 함)

기술·산업적 파급 효과

▶ 기술적 파급 효과

- 전력계통 연계 전력변환장치에 대한 엔지니어링 기술을 내재화 함으로써 해외 컨설팅 업체에 소모되는 비용 절감
- 국내 산업계 발달 및 육성에 의한 대규모 전력계통/전력전자 분야의 국제 경쟁력을 향상시키고, 국내 전력산업의 고도화에 기여.
- 광대역 전력용 반도체 기반 MMC 개발 등에 적용하여 세계 시장 선도 및 새로운 전력시장 체계를 구축하여 국산 기술의 선도

[R&R : 2-1-1]