

태양광/ESS 일체형 시스템 적용 배전 EMS 기술

| Summary | | | | | | | | | | |
|-------------|---|----------|-------------|-------------|---------------------|------------|--------------|-----------|------|---|
| 산업분류코드 | 대분류 | | 중분류 | | | 소분류 | | 코드번호 | | |
| | 에너지·자원 | | 스마트그리드 | | | 지능형 서비스-배전 | | 600503 | | |
| 기술완성도 (TRL) | ①기본원리 파악 | ②기본개념 정립 | ③기능 및 개념 검증 | ④연구실 환경 테스트 | ⑤유사 환경테스트 | ⑥파일럿 테스트 | ⑦상용모델 개발 | ⑧실제 환경테스트 | ⑨사업화 | ◆ |
| | | | | | | | | | | |
| 기술 요약 | <p>■ 배전 혼합선로, 전압불안정 등의 위험요소를 해결하며, 배전 일반선로 한계용량(10MW) 이상의 분산전원 연계를 가능토록 국내 최초로 태양광/ESS 일체형 시스템 및 EMS를 개발함</p> | | | | | | | | | |
| 키 워 드 | <p>■ 태양광/ESS 일체형 시스템, 선로 혼합, 에너지관리시스템, 전압 안정도</p> | | | | | | | | | |
| 연구 기관 | ■ 연세대학교 | | | 연구 자 | | | ■ 박정욱 교수 | | | |
| 담 당 자 | ■ 연세대학교 기술지주회사 | | 홍성구 변리사 | | hongsk@yonsei.ac.kr | | 02-2123-5132 | | | |
| | ■ 과학기술일자리진흥원 | | 서정권 PM | | jkseo@compa.re.kr | | 02-736-2320 | | | |

| Patent / paper / product | | | | | | |
|--------------------------|-----------------|-----------------------------------|--|--|-------------|--|
| 특허 | ■ 국내 출원 9 건 | | ■ 국내 등록 5 건 | | ■ 해외 특허 3 건 | |
| | 국내등록 | 10-1859939 | 발전 레퍼런스를 추종하는 태양광/ESS 장치의 에너지 관리 시스템 및 그 제어방법 | | | |
| | 국내등록 | 10-1904326 | 분산전원의 주파수 유지 및 유효전력 분담을 위한 전류 제어형 인버터 제어 장치 및 방법 | | | |
| | 국내등록 | 10-1915183 | 공통 버스를 이용한 액티브 셀 밸런싱의 기준 SOC 설정 및 동작 장치 및 방법 | | | |
| | 국내등록 | 10-1926800 | 운영시간이 향상된 에너지저장시스템 및 그것의 운전 방법 | | | |
| | 국내등록 | 10-1989075 | 전력선로의 임계용량 초과를 방지하는 에너지관리 시스템 및 그것의 운전 방법 | | | |
| | 국내출원 | 10-2017-0104212 | 전력선로의 임계용량 초과를 방지하는 에너지관리 시스템 및 그것의 운전 방법 | | | |
| | 국내출원 | 10-2017-0104245 | 운영시간이 향상된 에너지저장시스템 및 그것의 운전 방법 | | | |
| | 국내출원 | 10-2017-0160189 | 발전 레퍼런스를 추종하는 태양광/ESS 시스템의 최적 EMS | | | |
| | 국내출원 | 10-2018-0046793 | 위상천이형 풀브릿지 컨버터의 동기 정류기 제어 장치 및 방법 | | | |
| | 국내출원 | 10-2018-0122620 | 3상 출력 전류 최대치 추종 기반의 더블 캐리어 펄스폭 변조 장치 | | | |
| | 국내출원 | 10-2018-0098298 | 생체정보 인식을 구비한 전력설비의 관리시스템 및 방법 | | | |
| 국내출원 | 10-2018-0161291 | 전력민감도 기반 가상 멀티슬랙 드롭제어를 위한 장치 및 방법 | | | | |

| | | | |
|-----|--|-------------------|--|
| | 국내출원 | 10-2019-0072448 | 유효 전력 제어를 이용한 태양광 발전 시스템의 MPPT 제어를 위한 장치 및 방법 |
| | 국내출원 | 10-2019-0072444 | 주파수 안정도 향상을 위한 재생에너지 발전기의 제어 시스템 및 방법 |
| | 해외출원 | PCT/KR2017/014143 | 발전 레퍼런스를 추종하는 태양광/ESS 시스템의 최적 EMS |
| | 해외출원 | PCT/KR2018/011358 | 생체정보 인식을 구비한 전력설비의 관리시스템 및 방법 |
| | 미국출원 | 15/880,494 | ENERGY STORAGE SYSTEM WITH IMPROVED OPERATING TIME AND OPERATION METHOD THEREOF |
| 논문 | Journal of Electrical Engineering & Technology (2017) | | A Study on SFCL with IGBT Based DC Circuit Breaker in Electric Power Grid |
| | IEEE Transactions on Industrial Electronics (2018) | | Development of a ZVT-PWM Buck Cascaded Buck-Boost PFC Converter of 2 kW With the Widest Range of Input Voltage |
| | IEEE Transactions on Power Electronics(2018) | | Clamping Angle Control PWM Method to Restore Linear Modulation Range of a Voltage Source Inverter |
| | IEEE Transactions on Industry Applications (2018) | | Inertia-Free Stand-Alone Microgrid-Part II: Inertia Control for Stabilizing DC-Link Capacitor Voltage of PMSG Wind Turbine System |
| | Journal of Electrical Engineering and Technology (2018) | | Current Limit Strategy of Voltage Controller of Delta-Connected H-Bridge STATCOM under Unbalanced Voltage Drop |
| | Energies(2019) | | Reactive Power Management Based on Voltage Sensitivity Analysis of Distribution System with High Penetration of Renewable Energies |
| 시제품 |  | | |
| | <p>[그림 1. 일체형 시스템의 ESS용 PCS 및 배터리 팩]</p>  <p>[그림 2. 공인시험 항목을 통한 정격 충전 및 방전 결과]</p> | | |

Technology

기술 개요

- 태양광을 포함한 신재생에너지는 분산전원의 형태로 특고압(22.9kV급) 배전선로에 연계되고 있으며, 연계용량 증대로 선로과부하 현상이 전체의 12%를 상회하는 상황임
- 배전 일반선로의 유효전력 조류의 한계 용량은 10MW임에도 불구하고, 1MW 이하의 소규모 신재생발전 사업자에 대하여 배전 일반선로에 무제한 계통접속을 보장하는 정부정책(2016년부터 시행)과, 이에 따라 변전소 뱅크당 50MW 분산전원을 허용하는 한국전력공사의 정책(2017년 4월부터 한시적으로 시행)으로 배전 혼잡선로가 급격히 증가하고 있음
- 따라서 분산전원으로 인한 배전 일반선로의 유효전력을 제어하여 배전 혼잡선로를 효율적으로 해소 할 수 있는 연구가 절대적으로 필요하며, 본 연구에서는 태양광/ESS 일체형 시스템을 활용하여 목표를 달성하고자 함

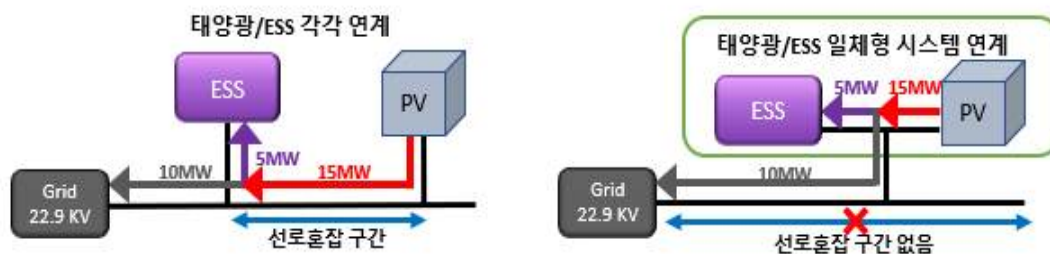
기술개발 현황

■ (기존기술의 문제점)

- 특고압(22.9kV급) 배전선로의 분산전원 연계 용량 증대로 선로과부하 현상이 나타나며, 신재생발전 사업자(1MW 이하)의 전력계통 접속 요청 시 무제한 계통 접속을 보장하는 정부정책으로 인해 배전선로의 과부하가 더욱 증대될 가능성이 매우 높아졌음. 현재는 이러한 배전 혼잡선로 해소를 위한 해결책이 전혀 없으며 본 연구에서 제안하는 태양광/ESS 일체형 시스템과 EMS 개발로 문제해결이 가능함(그림 3)
- 기존 EMS 기술은 SOC, 태양광발전 이용률 등의 에너지 이용 효율 측면만을 고려하였으나, 본 과제에서 개발하는 EMS 기술은 기존 기술에 배전선로 전압안정화, 혼잡구간 해소 등의 계통 안정화 기술을 포함하여 분산전원의 계통 적응성을 확대함(그림 4)

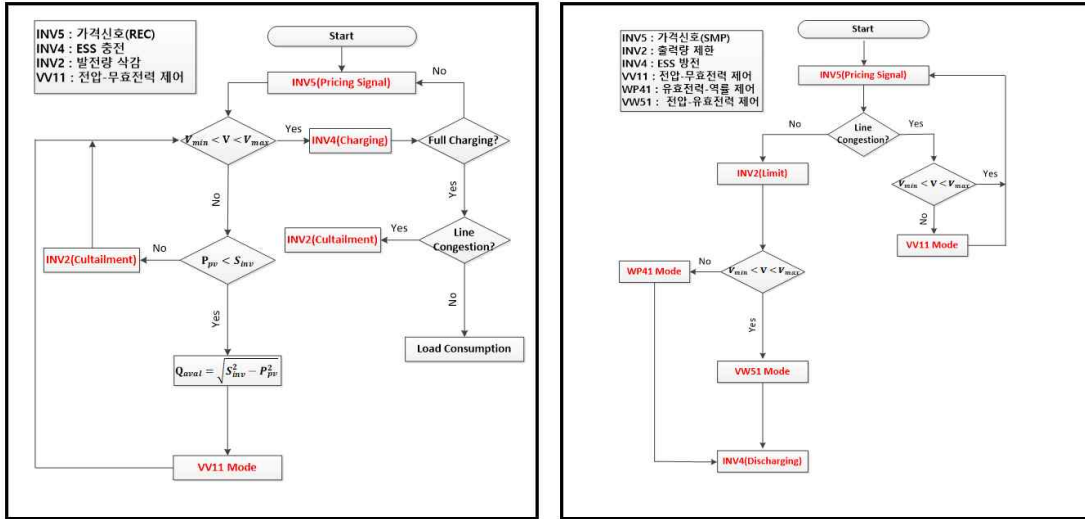
■ (본 기술의 해결방안)

- 태양광 및 ESS의 개별 연계시 태양광의 출력이 선로 용량을 초과할 경우 선로혼잡 구간이 발생하였음. 태양광/ESS 일체형 시스템의 경우 태양광 출력의 일부분을 ESS에 저장함으로써 선로혼잡구간 발생을 방지함



[그림 3. 태양광/ESS 일체형 시스템의 배전선로 혼잡 해소 효과]

- 배전선로 전압안정화, 혼잡구간 해소를 위하여 본 연구에서는 스마트인버터와 관련된 국제표준 IEC-61850-90-7을 반영한 배전 EMS 알고리즘을 제안함



[그림 4. 스마트 인버터기반 태양광/ESS 일체형 시스템의 운영 알고리즘]

기술 우수성

- 분산전원이 직접적으로 계통운영의 안정화에 참여함으로써 향후 실현될 배전계통 EMS 기술에 대한 기반을 제공하여 기반기술 확보
- 1MW 이하 소규모 신재생 발전사업자의 계통 접속 요청으로 인한 변전소 변압기 신설비용 절감
- ESS용 컨테이너는 무게를 견뎌야하기 때문에 프레임 보강이 필요할 뿐만 아니라 온도나 소방, 케이블 배선 등을 고려하고 대량 생산이 아닌 큰 부피의 특수제작이기 때문에 운반 보관 도장비용이 추가로 발생함. 개발하는 일체형 시스템으로 상용품 대비 약 13%의 가격 절감 효과를 볼 수 있으며, 배터리함의 부피와 단가 절감과 공조, 소방설비 부피 절감에 따라 비용이 절약될 것으로 예상

[표 1. 상용품과 제안하는 일체형 시스템의 비용비교]

| | 상용품 | 일체형 | 비고 |
|----------------|-------------|-------------|--------------|
| 옥외형 배터리 함 | - | 4,000,000 | |
| 특수 컨테이너(20ft) | 35,000,000 | - | |
| 배터리(300kWh) | 150,000,000 | 150,000,000 | MW급 대량 구입 가격 |
| 공조설비(냉/온 향습설비) | 14,000,000 | 7,000,000 | |
| 소방설비 | 1,500,000 | 500,000 | |
| ESS용 PCS | 20,000,000 | 20,000,000 | |
| PV PCS | 13,500,000 | 13,500,000 | |
| 수배전함(AC분전함) | 12,000,000 | 12,000,000 | |
| PMS/EMS | 43,000,000 | 43,000,000 | |
| 총합 | 289,000,000 | 250,000,000 | 약 13% 절감 |

Application

- 배전선로 용량을 고려한 태양광/ESS 일체형 시스템 및 EMS의 적용으로 태양광 전력 발전 및 ESS 충·방전 현황, 부하 상태 등의 종합적 분석과 계통안정화를 위한 운영 및 관리 기술로 신뢰성 향상
- 태양광/ESS 일체형 시스템 및 EMS의 계통 안정화 참여로 인한 기타 계통 보상설비 설치에 필요한 비용 절감을 유도

Market

- (국내)
 - 태양광 연계형 ESS REC 5.0 사업, ESS 활용촉진 전기요금제 등 2020년까지 4,400억원 규모의 성장 예상
 - 공공기관 ESS 설치의무화로 인한 단기 성장이 예상됨 (3년간 50% 증가)
- (해외)
 - 에너지 저장시스템은 2020년 세계 47조원, 2030년 세계 120조원 규모의 시장이 예상
 - 글로벌 시장조사 기관 Navigant Research는 에너지 산업의 핵심 디바이스인 태양광 시스템과 ESS 연계 시장은 2016년 1GW 시장에서 2024년 14GW 시장으로 크게 성장할 것으로 전망하고 있으며 투자 규모도 231억 달러에 달할 것으로 전망함.