



# 스마트 배전시스템 개발 전망



송 일 근  
한전 전력연구원 수석연구원

## 1. 서론

최근 에너지 및 자원 위기로 인한 신재생에너지 보급과 CO<sub>2</sub>와 같은 온실가스 배출 규제를 위한 기후변화협약 등을 위한 전 세계적인 노력이 이루어지고 있다. 또

한 미국과 유럽의 대정전으로 인하여 노후화된 전력설비를 교체하고, 전력계통을 효율적으로 운영하고자 하는 노력이 이루어지고 있다. 미국과 EU가 주도하는 스마트 그리드 정책은 다음과 같은 글로벌 변수에 의해 강요되어 선택의 여지없이 진행되고 있다. 즉, 미국과

EU에 설치되어 있는 발전 및 송변전, 배전설비의 70%가 설계수명을 다해 향후 10년 이내에 교체해야 한다는 당면 과제와 향후 20년간 세계 전력수요가 2배 이상 증가한다는 것이다. 아울러 전체 전력수요의 50% 이상이 디지털 부하(CPU 등 전자정보기기의 수요)로 신규 발생될 것이며, 이는 총 12,000조 원 규모의 설비투자 수요를 의미한다. 또한, 발리 로드맵 확정으로 2030년까지 현재의 CO<sub>2</sub>배출량을 1990년도 수준 이하로 감축해야 하는 국가 간 의무사항도 있다. 이와 같은 이유로 미국과 EU, 일본, 한국의 전력산업 부문에서는 동시다발

적으로 에너지소비 기기의 고효율화, 신재생에너지원 도입, 분산저장장치 활용 정부정책, 민간산업 부문의 시장전락, 소비자의 자발적 운동 등이 추진되고 있는 것이다.

이와 같은 전력 환경의 대변화를 예측하여 스마트 배전시스템 과제를 사전 기획하였고, 2009년 6월 정부과제로 착수하였다. 현재 개발 중인 스마트 배전시스템 과제는 향후 스마트 그리드 체계에서 확실하게 자리 매김 할 수 있는 중요 기술로 판단된다.

## 2. 스마트 그리드 기술 동향

북미와 유럽 시장이 채택한 스마트 그리드 기준과 제3세계 시장에서 나타나고 있는 전력설비의 기술표준은 현재 국내시장에서 사용되고 있는 기준들과는 큰 차이를 나타내고 있다. 고도의 IT결합형, 지능형, 분산체계형, 친환경성, 고효율성 등의 사양에서 나타나는 차이점이다. 기존 사양이 아날로그 TV 수준이라면 스마트 그리드 성능은 디지털 TV에 해당된다고 사료된다.

최근 미국 엑셀 에너지는 콜로라도주 보울더에 스마트 그리드 시티를 조성하여, 스마트 그리드 실증 시험을 추진하고 있다. 1단계에서는 2개의 변전소 5개 D/L에 15,000개의 스마트 미터를 설치하여 웹 포털을 구축, 에너지 정보 및 이용 정보를 제공하고 있다. 2단계

### 전력산업의 변화를 이끄는 메가트렌드 6가지

- 세계전력산업의 3대 메가트렌드
  - 세계 전력인프라 투자규모 \$11.3 Trillion (1.1경원: 2030년까지, WEO Report 2006)
  - 초고유가 상황과 에너지 위기
  - 발리로드맵에 의한 온실가스 감축
- 국내 전력산업의 3대 메가트렌드
  - 에너지/전력 부문에 대한 사회적 요구 증대
  - 전력IT 사업의 성장동력화
  - 한전 전력망의 진화: 디지털급 SQRA, 친환경 저탄소 전력망

표 1. 새로운 전력망에 대한 성능 요구

20세기 전력망	21세기 전력망
Analog / Electromechanical	Digital / Smart
Totally Centralized	Accommodate Decentralized
Radial Topology	Network Topology
Manual Restoration	Self - Healing
Average Priced	Real - Time Priced
Commodity - Based	Service - Based
No Consumer Choice	Many Consumer Choices

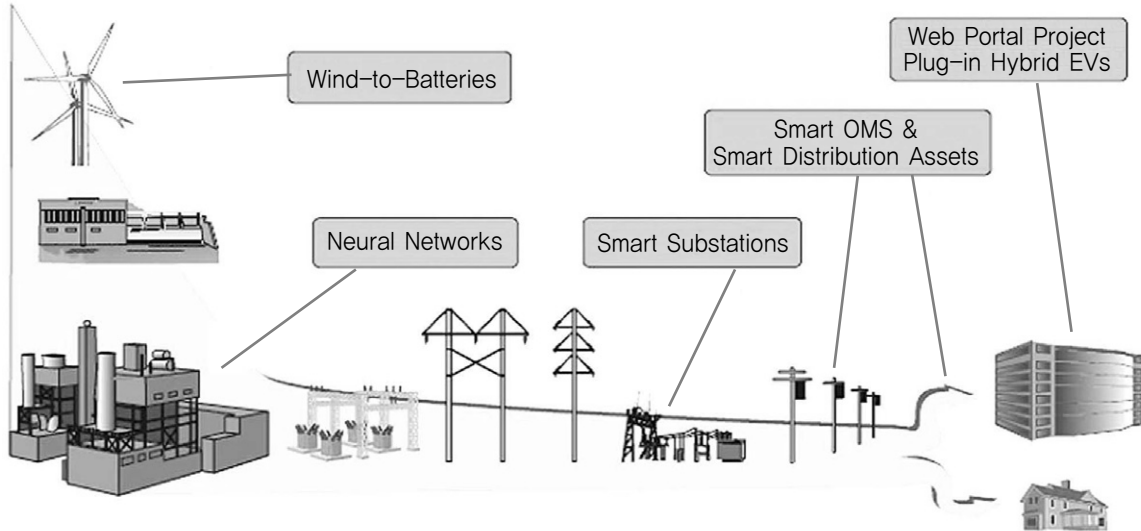


그림 1. 스마트 그리드 City 구축 개요

에서는 20개 D/L 35,000개의 스마트 미터로 확장하여 주택 에너지 자동화, PHEV(Plug-in Hybrid Vehicle), 태양광 및 풍력 실증시험 등을 수행 중이다.

또한 미국은 ‘스마트그리드 2030 국가비전’을 수립(2003)한 이후, 2009년부터 에너지 안보 확보와 노후 전력망 현대화를 국가 의제로 집중 투자하고 있다. 국립표준기술연구소에서는 전략적 표준화를 위한 ‘스마

트그리드 상호 운용성 표준 프레임워크 및 로드맵’을 발표(2010. 1)한 바 있다. 표 2에서는 북미지역의 정보통신 통합시스템 구축사례를 비교 분석하였다.

EU에서는 온실가스 20% 감축을 위해 2020년까지 신재생 발전량을 20%로 확대하는 ‘Climate & Energy Package 20-20-20’ 추진하고 있으며, 스마트 미터 보급·확대를 위해 국제표준에 기반한 유럽표준화기구

표 2. 정보통신 통합시스템 구축사례 비교

구 분	EMSNova	Enterprise Bus	통합버스솔루션	UIB	통합버스
운영처	ILLINOIS POWER	FP&L	SCE	KCPL	PacifiCorp
목 적	새롭게 변화하는 산업변화의 요구에 맞는 통합아키텍처 구현	기존의 다양한 요구 조건과 계획된 데이터 요구사항의 충족	System과 Application 사이의 정보 자동 공유, 비용절감의 인프라	전력계통 데이터에 광범위하고 개방된 접근경로를 제공	상이한 플랫폼 사이의 데이터 인터페이스 문제를 해결
적 용	EMS	미들웨어	송변전 계통	EMS-DFSM	데이터 인터페이스
기존 시스템 대비 차이점	CIM 기반의 DB를 통하여 비독점적인 관계형 DB 모델 제시	인터페이스를 공급할 통합버스 개발	송변전 계통의 실시간 운영과 연관된 주요 시스템 통합	통신 시 중요정보의 Backup 저장, D-FCM과 EMS 간의 실시간 연계	CIM 기반의 통합버스를 통한 데이터 교환
효 과	시스템 개선/수정, Application 선택 용이성, 비용절감	시스템의 유연성 확보와 효율적인 데이터 교환	데이터 처리비용 절감, CMI 정확성 향상, 계통의 실시간 운영추적	정보의 정확도 향상 미래에 대한 유연성	실시간 네트워크 관리, 시스템 관리, 고객관리 용이

와 산업계간 표준화 협력을 강화하는 등 국가 간 전력 거래에 중점을 두고 있다. 그 중 이탈리아는 홈 분야 스마트 그리드 실현 프로젝트인 'Telegestore'에 25억 유로를 투자, 3,100만 개의 스마트 미터 보급 및 100,000개 이상의 배전변전소 자동화를 구축하였다.

국제표준분야에서는 국제전기기술위원회(IEC)가 2009년도 스마트 그리드 분야 전략그룹(SG3)을 신설하고, 국제표준화 그룹에서 본격적인 논의를 시작하였으며, IEC 전략그룹은 시스템 간의 국제적 상호 운용성 보장을 위한 스마트 그리드 프레임워크를 발표(2010. 1) 하였다. 또한 IEC는 광범위한 스마트 그리드 영역을 고려하여 '상호 운용성' 요구 사항 및 산업계 지원을 위한 '가이드라인' 개발·보급하기 위해 노력하고 있다. 특히, IEC는 스마트 그리드 프로그램을 통해 운영비용과 효율향상 등을 위한 설비, 배전계통의 이용률을 높이기 위해 능동형 배전망(Active Distribution Network)을 연구개발 중이다. 분산전원과 수요자원을 활용한 배전계통의 운용, 예측기술을 이용한 분산발전과 DR/DSM 자원의 스케줄링을 수행하는 VPP (Virtual Power Plant) 기술개발, 다양한 자원을 이용

한 배전망 계획 도구 개발, 자산상태 감시, 예방진단 기술 개발, 자가복구망(Self-healing Grid) 기술 등이 포함되어 있다.

### 3. 스마트 배전시스템 개발 전망

한전에서는 전력IT를 발전시켜 미래 전력수요에 대응하는 차세대 배전계통망과 해외 스마트 그리드 시장에 적합한 글로벌 상품을 개발하고자, 스마트 배전시스템을 '한전 8대 신성장동력 과제'로 선정하여 추진 중이다. 스마트 배전시스템에서는 다수의 분산전원, 마이크로 그리드 및 직류배전 등에 대한 최적의 배전계통 운영과 고장 예지, 전력품질 보상 및 분산지능화 등을 통하여 품질의 획기적인 향상을 달성할 전망이다. 미래 배전계통에서는 에너지 관리시스템을 개발하여 분산전원을 통합 운영하고, 분산지능형 시스템 제어를 통해 계통 외란에 빠르게 대응, 정전시간을 획기적으로 단축할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 '배전계통운영 통합 통신플랫폼'을 구축하고, IEC61850 및 CIM(IEC61968, IEC61970)을 적용하여 시스템을 표준화 할 예정이다.

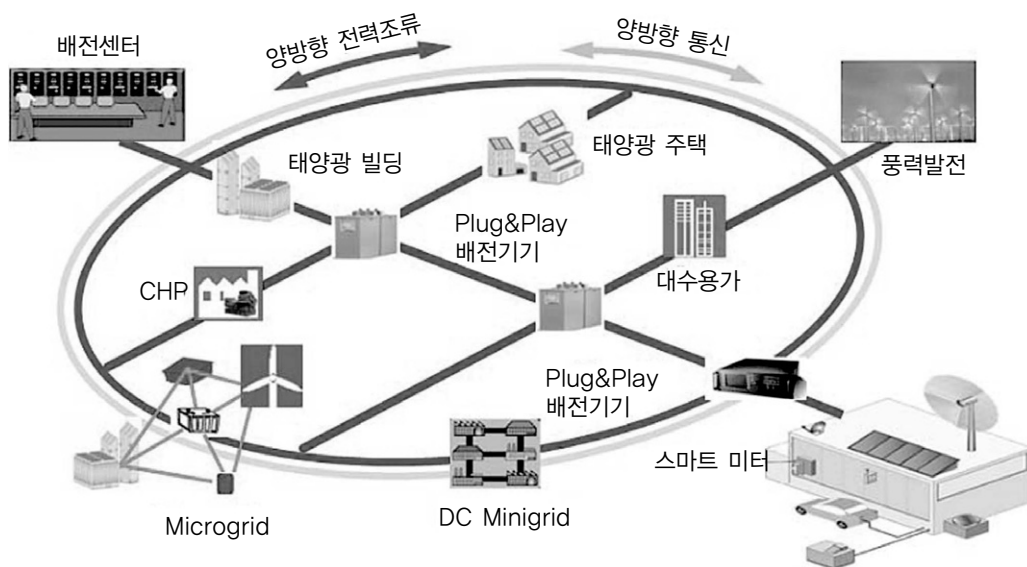


그림 2. 스마트 배전시스템 구성

이를 통해 전력IT 성과물과 한전의 배전자동화 운영기술을 기반으로 마이크로 그리드 등이 통합된 미래 배전계통의 분산제어 및 고장예지기술을 구현하고, 직류배전시스템과 스마트 미터링을 통한 다양한 전력 부가서비스와 스마트 배전시스템 또한 개발될 전망이다.

### 가. 스마트 배전운영시스템 개발

스마트 배전운영시스템에서는 현재의 배전자동화시스템에서 진화한 미래 배전계통의 운영을 위한 소프트웨어 플랫폼을 개발 중이다. 이는 변전소 자동화를 위해 설계되었으며, 분산전원 및 배전분야로 확장되고 있는 IEC 61850을 적용, 애플리케이션 간의 데이터 교환 및 연계를 원활히 하기 위한 표준인 IEC 61968을 적용한 플랫폼이다. 이 플랫폼 위에 미래 배전계통의 최적 운영을 위한 애플리케이션 프로그램이 탑재되어 운영될 예정이다. 여기에서는 분산전원이 통합 운영되고, 이를 활용한 배전계통 제어 및 보호협조가 운용될 것이며, 배전계통의 에너지 자원의 운영을 위한 Virtual Power Plant 기술이 구현될 것이다.

또한, 전력IT과제인 배전지능화시스템에서 개발되고

있는 진단 기능을 가진 지능형 배전기기를 진화시켜 배전계통의 선로 및 기기를 진단하고, 이를 이용하여 배전선로 고장예측 기술을 개발할 계획이다.

### 나. 스마트 배전기기 개발

스마트 배전기기 개발에서는 스마트 배전시스템의 통신 인프라 구축을 위한 스마트 배전 통신망의 설계 및 시스템 연계 운영 기술과 스마트 배전 네트워크 처리 장치가 개발될 것이다. 개발되는 스마트 배전기기의 표준 적합성 시험 및 상호운용성 시험을 위한 기기별 시험과 상위 운영시스템과의 연동 시험을 위한 연구가 병행될 것이다. 개발되는 배전기기는 분산지능형 스마트 배전기기, IEC61850 기반의 S-FIED, 프로토콜 어댑터 등이다. 분산지능형 스마트 배전기기는 기기 간의 통신(Peer-to-Peer Communication)을 통하여 상호 간의 정보 교환 및 배전선로의 고장처리, 적응형 보호협조 등의 기술이 구현될 예정이며, 상위 시스템과의 연동을 통한 'Plug & Work' 기술이 개발될 것이다.

또한, 스마트 VPP(Virtual Power Plant) 에이전트가 개발되어 지속적으로 증가할 태양광, 풍력 등의 분

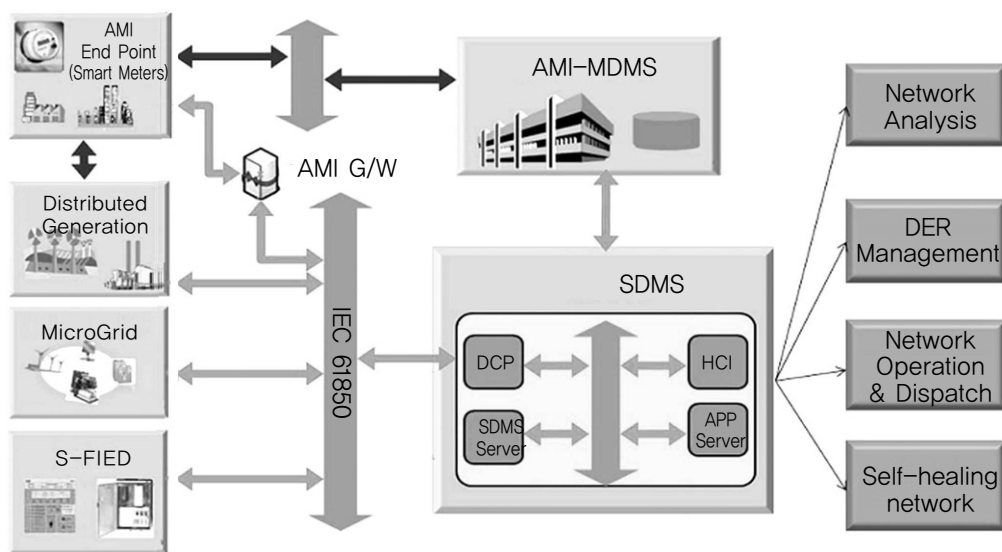


그림 3. 스마트 배전운영시스템 구성



그림 4. 전력용 반도체 응용 변압기

산전원 통합 감시와 제어를 수행, 배전계통 운영 효율을 높일 수 있을 것이다. 그리고 전력전자기술을 응용하여 계통 상태 감시, 전력 품질 제어 등의 기능을 가진 Solid-State 다기능 변압기도 개발될 것이다.

#### 4. 결론

한전의 배전자동화시스템은 1세대인 시스템 국산화 및 원격감시기능 구축, 고장처리, 부하균등화 등의 기능이 구현된 2세대 종합자동화를 거쳐 현재, 배전설비 열화 감시 및 전기품질 감시 등이 추가된 3세대 배전지능화시스템을 개발 중에 있다. 이 배전 자동화 시스템

은 4세대의 스마트 배전시스템으로 진화하여 미래 복합 배전계통의 통합 운영과 분산지능형·고장예지형 계통운영을 구축하고, 배전계통의 신뢰도와 전력품질을 향상시키는 획기적인 전환기를 맞이할 것이다. 스마트 배전시스템의 개발은 신재생에너지의 통합 운영과 환경 규제에 능동적으로 대응하고, 세계 전력산업 표준화 주도 및 해외 시장 진출 기반을 마련하는 계기가 될 것이다. 또한, 고객의 고품질 전력 공급요구에 능동적으로 대처하고, 향후 추진될 U-City 사업 등에서 다양한 전력 부가 서비스를 제공하여 국민들의 삶의 질을 향상시키는 새로운 기회를 마련할 것이다. 신 전력서비스와 비즈니스 창출 효과도 기대된다. KEA