

Smart Power Grid 실증시스템 설계 및 구축

하복남*, 이성우, 장문중, 남궁원, 서인용
한국전력공사 전력연구원

The Design and Construction of Smart Power Grid Field Application System

Bok-Nam Ha, Won Nangung, Seong-Woo Lee, Moon-Jong Jang, In-Young Seo
KEPCO Research Institute

Abstract - 본 논문에서는 제주 스마트그리드실증단지에서 진행 중인 스마트그리드 5개 프로젝트 중 송배전분야의 전력망을 통합 운영하는 Smart Power Grid(SPG) 실증시스템의 설계와 구축 현황에 대해서 기술한다. 스마트그리드 프로젝트는 SPG외에도 ST(Smart Transportation), SP(Smart Place), SR(Smart Renewable), SES(mart Electric Service)가 있는데, SPG는 SES 프로젝트에서 운영하는 통합관제센터(TOC)를 거쳐 ST, SR, SP 시스템들과 운전 정보를 서로 교환하여 사용한다.

1. 서론

Smart Power Grid 과제는 전력계통을 구성하는 송전, 변전, 배전분야의 전력IT 연구성과물을 스마트그리드 플랫폼으로 통합하여 제주에서 실증시험을 진행함으로써 개발품의 신뢰도와 성능을 검증하면서 레퍼런스를 확보하고자 하는 프로젝트이다. 여기에 해당되는 전력IT 과제에는 지능형송전, 디지털변전, 능동형텔레메트릭스, 배전지능화가 포함되어 있고, 2012년에는 FACTS가 추가될 예정이다. SPG과제는 2008.12월부터 2년 반동안 실증시스템 설계와 디지털변전 및 배전지능화 성과물의 현장설치가 이루어졌고, 2011년 5월부터 2년 반 동안에는 지능형송전, 능동형텔레메트릭스, FACTS가 추가로 설치되어 송배전 전체를 통합 운영하는 시스템의 모습을 갖출 예정이다.

2. SPG의 범위

SPG운영시스템은 PGOMS(Power Grid Operation & Management System)라고 명명되었다. 지능형 송전, 디지털변전, 지능형 배전시스템들을 국제표준 스마트그리드 플랫폼인 공통정보모델(CIM : Common Information System)을 사용하여 통합하고, 여기에 전력망을 효율적으로 운용하는 응용 어플리케이션을 탑재하게 된다.

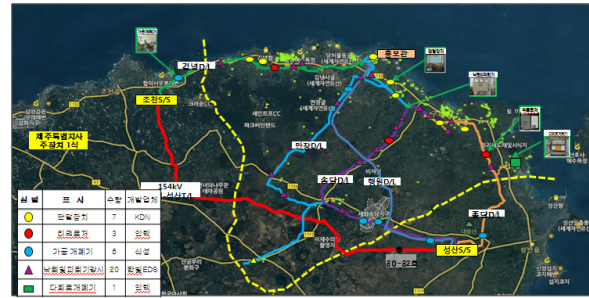
기존의 송전, 변전, 배전분야 운영시스템들은 관리범위와 기능이 독립적이면서 고유의 운전 영역을 갖고 있지만, PGOMS에서는 이들이 공통정보모델을 통해 연계 또는 통합되고 기능도 고유의 영역을 넘어 전력망 전체를 효율적으로 운전할 수 있는 기능들로 확장된다. PGOMS는 스마트그리드 통합관제센터(TOC : Total Operation Center)에 데이터를 제공하게 되며, TOC를 통해 다른 스마트그리드 시스템(ST, SR, SP)들의 운전정보를 받아서 송배전망 운영에 활용되게 된다.

아래에는 PGOMS에 연계되는 배전지능화, 디지털변전, 지능형송전, 능동형텔레메트릭스 시스템의 기본기능과 제주 실증현황을 소개한다.

2.1 배전지능화시스템

배전지능화시스템은 제주시 구좌읍 지역에 전력을 공급하는 4개의 배전선로에 7종 37대의 지능형 배전기기를 설치하여 배전망의 운전상태를 실시간으로 감시제어하면서 선로고장처리, 배전망의 손실최소화 및 부하균등화와 같은 최적화 프로그램을 탑재하여 배전망의 최적화 운영을 지원하는 시스템이다.

SPG에 포함되는 배전지능화 시스템은 실증단지 내 배전선로와 제주도 전역의 배전망을 통합 감시할 수 있는 시스템으로 설계되었다. 배전지능화 주장치와 지능형단말장치를 포함한 지능형 배전기기, 낙뢰/피뢰기감시장치, 지상변압기부하감시장치 등으로 구성되어 있다. 배전지능화 응용프로그램으로는 배전선로 고장자동처리, 변전소 주변압기 고장시 변전소와 배전선로 통합고장처리, 주변압기와 배전선로 통합 부하균등화, 배전망의 손실최소화를 위한 상시개방점 최적배치 프로그램 등이 탑재되어 있다.



〈그림 1〉 지능형배전기기 설치개소

2.2 디지털변전시스템

디지털변전시스템은 변전자동화시스템(Substation Automation System)이라 불리고 있다. 변전소내의 제어부, 계전부, 통신부가 통합된 지능형전자소자(IED : Intelligent Electronic Device)를 사용하여 변전소 내 전력설비에 대한 측정과 제어, 감시, 진단과 보호 같은 개별 기능을 수행한다. 여기에는 변전자동화 국제표준 프로토콜인 IEC 61850이 적용되어 있다.

SPG에 포함된 디지털변전시스템은 성산변전소를 대상으로 하며, 이를 위해 송전선로용, 주변압기용, 모선보호용, 배전선로용 IED들이 설치되어 있으며 이들의 운전상태를 감시하는 HMI 서버를 갖추고 있다.



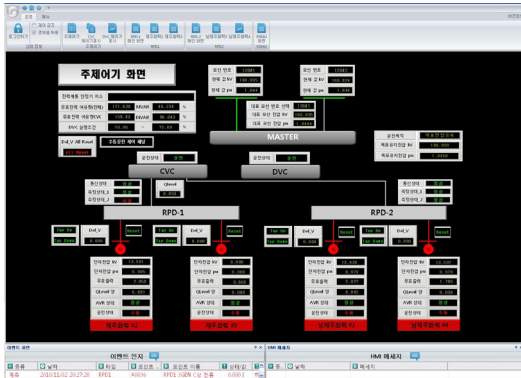
〈그림 2〉 변전소 운전 HMI

2.3 지능형송전시스템

지능형송전시스템은 송전망관리시스템, 전압관리시스템(VMS : Voltage Management System), 위상망을 이용한 위기관리시스템으로 구성되어 있다. VMS는 주장치와 무효전력 분배기, 현장정보 취득기 등을 활용하여 계통데이터를 실시간으로 측정하여 무효전력을 계산하고, 그 결과를 발전소 AVR과 변전소의 무효전력제어장치를 조정하여 무효전력을 관리하는 기능을 수행한다.

위기관리시스템은 발전소와 변전소 모선의 전압위상차를 GPS 시간 동기를 맞추어 측정함으로써 전력망의 안정성 여부를 판단하는 시스템이다. 발전전소에 설치되어있는 PMU(Phasor Measuring Unit)가 제공하는 정보를 GPS의 시간동기정보를 이용하여 위상각 차이를 측정하고, 이 위상각 차가 벌어지면 계통의 안정도에 문제가 있다고 판별하여 운전원에게 경보를 보낸다.

송전망관리시스템은 송전철타에 설치된 각종 센서 정보를 받아 송전선로의 안전유무를 판정하고 운영자에게 이상 유무 정보를 제공하는 시스템이다.



〈그림 3〉 지능형송전/VMS HMI

2.4 능동형텔레메트릭스

능동형 텔레메트릭스는 송전선로 감시용 불센서와 센서 네트워크 및 주장치로 구성되어 있다. 송전선로용 불센서에는 풍향, 풍속, 진류, 기울기 값을 측정하고, 주장치에서는 송전선로 운전상태와 이도, 횡진 및 진동, 산발 및 수목 접근 등을 감시한다. 제주에서 실증중인 SPG용 능동형 텔레메트릭스는 현재 154kV 송전선로용 불센서 2개가 설치되어 있으며, 2012년에는 2개가 추가 설치될 예정이다. 일반적으로 전선은 굵기별로 허용전류가 정해져 있는데, 불센서가 제공하는 실제 전선온도, 풍속 정보 등을 종합하여 온도조건을 고려한 허용전류를 반영토록 함으로써 여름철 기준 10%, 겨울철 기준 20% 정도의 송전전류 크기를 증가할 수 있게 될 것이다.

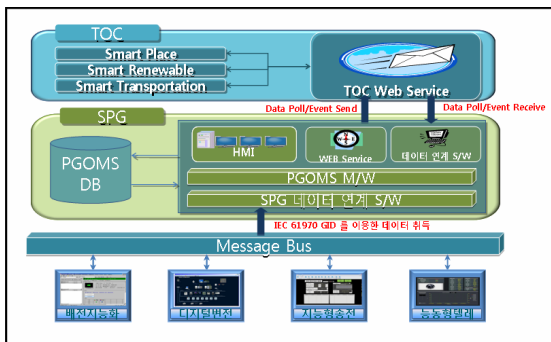


〈그림 4〉 능동형텔레메트릭스 HMI

3. 시스템 통합

3.1 통합운영시스템(PGOMS) 설계

PGOMS의 시스템 설계개념은 그림과 같이 지능형송전, 디지털변전, 배전지능화, 능동형텔레메트릭스 시스템들이 CIM 모델을 이용하여 각각의 운전정보를 표준화된 형태로 제공하고 PGOMS는 이러한 현장운전정보를 받아서 송배전망의 운영에 사용하도록 하는 시스템이다.



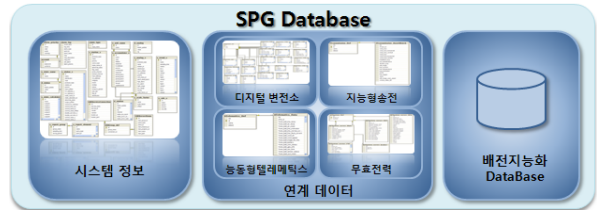
〈그림 5〉 PGOMS 시스템 구성도

PGOMS HMI에서 송배전망을 통합 감시하는 기능들을 살펴보면, 배전계통의 광역 감시, 송전망의 전압 및 무효전력 감시, 디지털변전소의 운전상태 감시, 발전전소의 모선 전압위상감시, 송전선로의 센서정보 감시, TOC를 통해 전달되는 다른 스마트그

리시스템들의 운전정보 감시 등을 수행한다.

3.2 통합 DB 설계

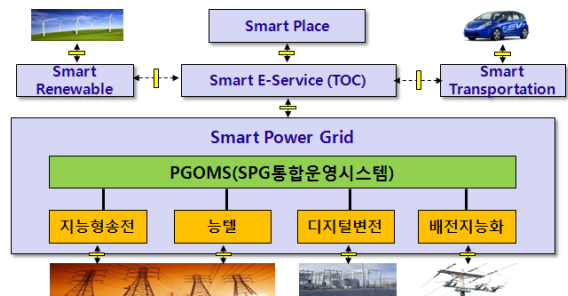
PGOMS의 DB는 배전지능화시스템의 DB 포맷을 준용하고 여기에 변전소와 송전선로용 DB를 확장하는 형태로 설계되었다. 배전지능화 DB에는 구형 및 신형 배전기기를 통한 감시제어할 수 있도록 배전자동화 DB가 모두 포함되어 있으며, 변전소의 SCADA 정보까지 확장되어 있어서 배전자동화시스템과 디지털변전시스템이 제공하는 모든 운전정보를 통합 관리할 수 있다. 여기에 송변전분야 데이터가 추가되는데, 지능형송전분야 데이터로서 첩탑센서의 풍속, 일사량, 외부온도, 장력 데이터가 포함되고, 무효전력관리시스템이 제공하는 제주 전역의 발전소와 변전소의 P, Q, 전압 등이 추가되며, 위성망을 이용한 위기관리시스템이 제공하는 제주도 관내 발전소와 변전소의 모선전압 위상차가 추가된다. 능텔데이터로는 송전선로용 불센서가 제공하는 전선온도, 습도, 풍향, 풍속, 전류 등이 추가된다. 이외에도 포인트 정보, 알람이력, 트랜드 정보 등 시스템 사용정보들이 추가된다.



〈그림 6〉 PGOMS DB

3.3 공통정보모델 인터페이스 개발

스마트그리드 플랫폼인 공통정보모델(CIM : Common Information Model)을 적용하여 전력IT 각 시스템들의 운전정보가 시스템 상호간에 공유되고, TOC를 통하여 SP, SR, ST 등의 스마트그리드시스템 운전정보가 공유된다.



〈그림 7〉 SPG 공통정보모델 인터페이스 개념도

CIM Gateway는 디지털변전, 지능형송전, 능동형텔레메트릭스의 IEC 61850 데이터를 IEC 61970 데이터로 변환하여 통합메시지서버로 전송한다. 그러면 PGOMS는 이들의 운전상태를 HMI에 표시하고 통합DB에 저장하면서 서버의 응용프로그램은 이 정보를 전력망의 운영에 활용하게 된다.

4. 결 론

SPG운영시스템은 송전, 변전, 배전분야의 운영시스템을 스마트 국제표준인 IEC 61970과 IEC 61968(CIM)로 통합한 시스템이다. 이 SPG는 다른 스마트그리드 운영시스템인 ST, SR, SP, SES 등과도 CIM으로 연계가 되어 전체 스마트그리드 컴포넌트간에 데이터를 공유하게 된다. SPG 실증시스템은 제주SG실증단지에서 2011년부터 시범운전을 시작하였으며, 2013년 5월까지 일부 설비의 추가 구축과 CIM 모델을 적용한 연계 및 통합운전을 실시하여 세계 최초의 스마트그리드 모델을 완성할 예정이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 하복남 외, "전력IT 실증플랜트 구축 및 운영", 1단계 완료보고서, 2011.5
- [2] 장문중 외, "SPG 실증플랜트 구축 및 통합에 관한 연구", 대한전기학회 춘계학술대회, 2011.5