

디지털 기술기반의 차세대 변전시스템 개발

장병태, 최창열, 정길조, 김병현*, 박진훈*
한전 전력연구원, 한국전력공사*

Development of advanced substation system using digital technology

B.T. Jang, C.Y. Choi, G.J. Jung, B.H. Kim*, J.H. Park*
KEPRI, KEPCO*

Abstract - 대규모 전력산업의 지속적인 성장을 위해서는 전력계통 시스템의 고신뢰도를 필수적으로 요구하며 따라서 계통운영 전반에 디지털과 자동화 기술 기반의 고도의 기술 필요성이 날로 증대되고 있다. 그 결과 변전소 자동화 구축을 위한 세계 표준 규격인 IEC 61850이 제정되었으며 2005년 전체적인 세부 사항이 확립되어 발표되었다. 이러한 세계적인 추세에 발맞추어 한국전력공사는 변전소 내에 설치되는 상위 장치인 변전소 운영용 컴퓨터, 하위 장치인 센서들(변류기, 변성기 등)과 제어기(차단기 등), 그리고 상위 장치와 하위 장치 사이에서 감시, 진단, 보호, 제어, 계측, 보안 방재 등을 담당하는 장치(IED : Intelligent Electronic Device)들을 기존의 다심 구리 케이블 대신 고속 LAN 케이블로 연결하여 데이터 전송 및 제어 명령 전송에 사용하는 통신에 IEC 61850 단일 프로토콜을 사용함으로써 변전소 건설과 운전, 유지보수의 효율성과 신뢰성을 향상시키고 동시에 변전소 운영에 필요한 정보의 가용성을 극대화 시킬 수 있는 기반을 구축하기 위한 기술을 개발 중에 있다.

1. 서 론

한국전력공사에서 수행하고 있는 디지털 기술기반의 차세대 변전시스템 개발 과제는 국내에서 보유하고 있는 기존의 전력시스템 기술, 전력기기 기술 등에 세계적인 수준에 있는 인터넷 기술 등의 국내 IT 기술을 접목하여 세계적으로 경쟁력 있는 디지털 변전 시스템을 중심으로 한 미래형 전력계통 운영 시스템을 개발하기 위한 사업으로서 2005년 10월 시작되어 2011년 9월까지 두 단계로 나뉘어 총 6년에 걸쳐 수행될 예정이며 세 가지 세부과제로 구분되어 진행되고 있다.

세부 1과제인 "IED 개발" 사업은 (주)셀파워의 주관하에 10개의 기업과 1곳의 위탁 기관이 참여하여 IEC 61850 기반의 변전소용 IED 개발 (Merging unit 포함), 유니버설 플랫폼 개발 및 공통 규격 도출, 시제품 네트워크 연결 시험 및 현장 시험 지원 엔지니어링 개발을 수행 중에 있다.

세부 2과제인 "디지털 변전소 종합 운영 시스템 개발" 사업은 (주)한전 KDN의 주관하에 4개의 기업과 2곳의 위탁 기관이 참여하여 디지털 변전소 종합운영 시스템 소프트웨어 및 콘텐츠 개발, 관리용 서버 구축 및 DB 설계, 통신 네트워크 기술 개발, 지능형 시스템 운전/보수/감시 소프트웨어 적용 개발, 운영 시스템 검증에 관한 평가 시스템 개발을 수행 중이다.

세부 3과제인 "시스템 성능 검증 및 실증시험" 사업은 한국전력공사의 주관 하에 1곳의 위탁 기관이 참여하여 변전소 자동화 시스템 성능 시험 환경 구축, 상호 운영성 시험용 시뮬레이터 구축, 성능 검증 및 적합성 시험설비 구축, 시험 절차 수립을 목표로 과제를 수행 중이다.

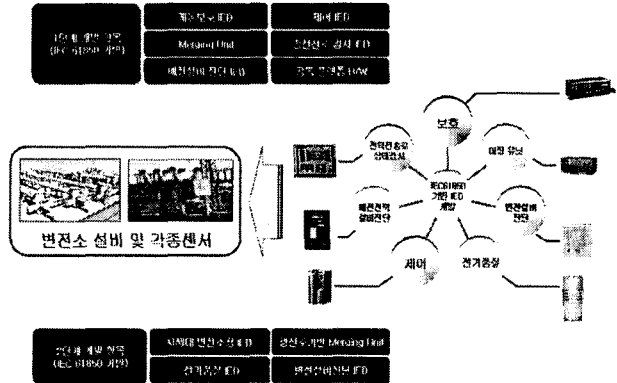
2. 본 론

2.1 IED 개발 사업

전력계통의 신뢰성 있는 운영을 위해 사용되는 여러 단말 장치들은 단순한 보호나 계측 기능을 수행하는 단계에서 탈피하여 각 단말 장치들 간의 협조 및 연계보호가 요구되고 있는 실정이다. 국내의 경우, 몇몇 전력 IED 들을 연결하여 집중화 하는 방식의 변전소 자동화가 일부 사이트에서 진행 중이다. 그러나 이러한 자동화 시스템들은 기본적으로 HMI(Human Machine Interface) 기능 구현에 초점을 맞추어 현장 데이터의 수집 및 이벤트 분석 기능 등 제한적인 기능을 구현하는 수준에서 시험 적용되고 있다. 따라서 계통의 보호, 제어, 진단, 감시 등을 담당하는 기본 node인 변전소 간의 데이터를 공유하고 다양한 전력계통의 사고에 대한 대응과 각 설비간의 보호 협력을 지원하는 통합적인 변전 자동화 시스템의 구축에 필수적인 새로운 개념의 IEC 61850 프로토콜 기반의 IED와 이에 상응하는 알고리즘의 개발이 필요하다.

또한, IEC 61850 기반의 IED에 대한 공통 플랫폼의 개발 및 공통 규격안의 도출은 향후 서로 다른 다양한 분야에 구성은 다르지만 공통적인 H/W를 적용할 수 있는 기반을 제공함으로써 더욱 신뢰성 있는 IED의 단기간 개발은 물론 지속적이고 단계적인 기술향상의 토대를 마련할 수 있다는 점에서 반드시 수반되어야 할 개발 항목이다.

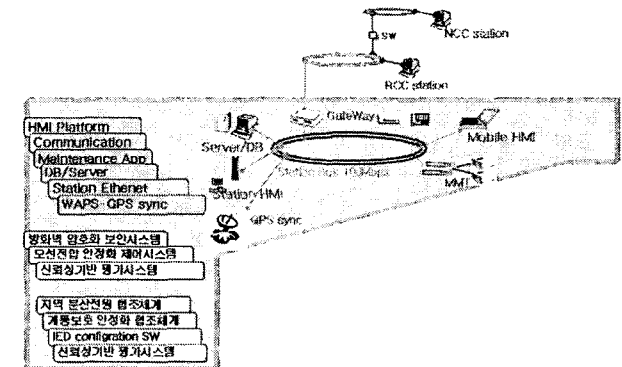
IED 개발 사업은 그림 1에서 보여주는 바와 같이 2단계로 나뉘어 수행될 예정이며 사업의 범위 또한 그림에 나타나는 바와 같이 보호, 제어 설비진단 등의 개발을 수행할 예정이다.



<그림 1> 세부 1과제 - IED 개발

2.2 디지털 변전소 종합 운영 시스템 개발

세부 2과제인 "디지털 변전소 종합 운영 시스템 개발" 사업의 최종 목표는 디지털 변전소 운영을 위한 종합적인 IT solution을 개발하고, 시스템을 통합함으로써 개별 IED와 결합된 디지털 변전소 상위 종합 운영시스템을 구축하는 것으로 요약할 수 있다. 이를 위하여 세부적으로는 다음과 같은 항목들에 대하여 연구개발을 수행한다.



<그림 2> 세부 2과제 - 종합 운영 시스템 개발

- 디지털 변전소 종합운영 시스템 S/W 설계 및 개발 : Universal HMI Platform 기반으로 설계하여 각종 component를 표준화하며, IEC 61850을 적용하여 변전소 계통 상태 및 설비 상태를 효율적으로 운영할 수 있는 Platform을 개발한다.

- 전기품질, 설비진단, 계통보호 지능형 HMI 설계 및 DB 구축 : 지능형 알고리즘을 적용한 진단 소프트웨어 개발 및 IEC 61850 기반의 IED 통신 인터페이스를 구축하고 database를 확립한다.

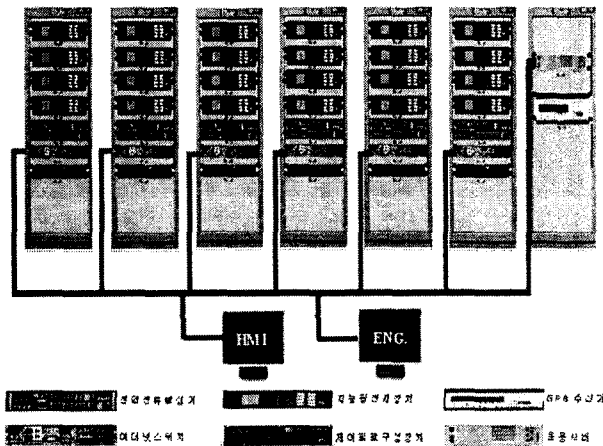
- DNP3.0 과의 호환 통신 체계 개발 : 기존의 변전소 자동화 프로토콜로 적용 되고 있는 DNP3.0과 미래형 디지털 변전소의 통신 프로토콜인 IEC 61850과의 호환 인터페이스를 개발함으로써 변전소 자동화 시스템과 배전 자동화 시스템 간의 원활한 연계가 가능하도록 한다.

- 대규모 정보처리 서버 구축 기술 개발 : 신뢰성과 안정성을 고려한 시스템 설계 기술을 적용하여 개발하는 것으로써, 데이터 서버 안정성 및 인터페이스 효율성, 시스템 이중화 설계를 반영한다.

- Firewall, 암호화를 통한 네트워크 보안 기술 : 비 허가된 사용자의 침입을 방지하기 위한 기술을 개발한다. 변전소 내부의 데이터에 대한 보안은 XML 데이터 보안 기술을 적용하며, 이는 실증 시험을 통해 검증한다.
- Phase Measurement Unit(PMU) 개발 : 디지털 변전소 내의 각종 IED와 종합상위 시스템 간의 시각 동기화를 위한 PMU 및 IRIG-B 수신 모듈을 개발하고 Evaluation kit를 개발한다.

2.3 시스템 성능 검증 및 실증 시험

각 장치들 간의 정보 전송 및 제어 명령 전송에 표준화된 단일 프로토콜을 사용하는 시스템에 대하여 IEC 61850 규격 적합성을 시험함으로써 국제 표준화 준수와 상호 운용성을 입증하고 변전소 운전에 필요한 정보의 가용성과 활용을 극대화 할 수 있다. 세부 3과제인 "시스템 성능 검증 및 실증 시험" 사업에서는 "IED 개체 기능별 시험", "규격 적합성 시험", "IED간 상호 운용 시험"을 사업 목표로 하고 있다. 이를 위해 한전 전력연구원에서는 그림 3과 같이 IEC 61850 지원 IED, GPS 수신기, Event generator, network analyzer, ethernet switch로 구성된 SATS(Substation Automation Training System)를 구축 할 예정이며 이를 기반으로 변전소 자동화 시스템의 검증, 훈련, 교육에 적극 활용할 계획이다. 또한 최종적으로는 IEC 61850 기반 설비의 국제 공인 인증기관 자격 획득을 목표로 하고 있다.

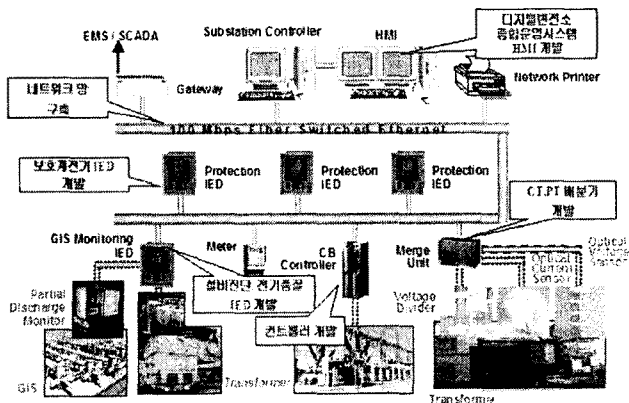


<그림 3> 세부 3과제 - 변전소 자동화 시뮬레이터

2.4 사업 총괄 및 최종 목표

현재의 변전소 운영시스템은 보호계전기와 RTU의 기능 중복 및 계기, 스위치, 경보 창구, 보조 계전기, Fault recorder 등의 아날로그와 디지털 기기가 혼재되어 있으며 다양한 프로토콜의 conversion이 필요하다. 본 과제에서는 이를 해결하기 위하여 IEC 61850 프로토콜을 사용하며, 이더넷 기반의 통신을 사용하는 것을 제안하였다. 본 프로토콜은 현재 세계적인 추세이며 표준 스펙 연구 및 선진사 기술 동향에 대한 연구를 바탕으로 1단계 개발 기간 내에 프로토타입 드라이버를 설계 구현하여, 2단계에서 실증 시험을 거쳐 안정적인 통신 인프라를 구축할 계획이다.

본 사업의 최종 목표는 디지털 변전소 운영을 위한 종합적인 IT Solution을 개발하고, 전력기기 시스템을 통합함으로써 개별 IED와 결합된 디지털 기술기반의 변전소 자동화 시스템을 구축하는 것이다.



<그림 4> 최종 변전소 자동화 시스템 개요도

- 1단계 개발 목표 (2005. 10 ~ 2008. 09) : 디지털 기술 기반의 미래형 변전 시스템을 위한 IED 및 관련 알고리즘 개발을 통한 프로토타입 시스템 구축
 - 개별 IED 및 지능형 알고리즘 개발
 - 전기 품질 및 설비 진단 Agent 개발
 - 계통 보호제어 알고리즘 개발
 - 디지털 변전소 운영을 위한 IT solution 개발을 통한 시스템 집적화
 - 표준화 및 기술 규격의 제품 적용 및 응용 기술 연구
 - 실증 시험 규격 및 엔지니어링 방법에 대한 연구
- 2단계 개발 목표 (2008. 10 ~ 2011. 09) : 프로토타입 시스템의 제품화 및 실증 시험을 통한 시스템 구축 완료
 - 프로토타입 시스템의 제품화 개발
 - 배전 자동화 시스템과의 연계 기술 개발
 - 실제계통 설치를 통한 실제 전력 시스템에서의 성능 실증 시험 및 기능 개선

3. 결 론

향후 전력 관련 기업은 시스템 엔지니어링 기술, 전력기기 공급능력, 유지/보수/운영기술 등을 종합적으로 보유하고 자산 및 위험관리를 종합적으로 제공할 수 있어야만 세계시장에서 생존할 수 있다. 본 과제의 목표는 전력 산업의 이러한 추세에 발맞추어 세계적으로 경쟁력 있는 디지털 변전 시스템을 중심으로 한 미래형 전력계통 운영 시스템을 개발하여 시장에 참여하는 것이다. 이 경우 디지털 기술기반의 변전소 자동화 시스템은 전력 공급 시스템의 신뢰도 향상 및 효율적인 운영을 가능하게 하므로 정전감소, 효율적인 부하 관리, 및 유지/보수/운영비의 대폭적인 절감이 가능하여 국내 전력산업의 경쟁력을 제고시켜 공익의 향상에 크게 기여할 수 있을 것이다.

특히 우리나라가 디지털 기술기반의 변전자동화시스템 개발에 성공하여 수출하는 경우에는 현재까지 전력기기 단품 위주의 수출에서 벗어나 변전소 단위별 또는 대규모 전력관리소 단위별로 Turn-Key 형태의 수주로 이루어지기 때문에 중전기 수출을 현재 증가 추세보다 약 40% 이상 증가시킬 수 있는 획기적인 전기가 마련되어 중전기 산업이 수출주력산업으로 성장할 수 있는 기반이 구축될 것으로 전망된다. 현재 해외 업체에서는 이미 IEC 61850 기반의 전력 설비를 개발하여 실용화 단계에 있으며 일본과 중국의 업체들 역시 개발에 박차를 가하고 있는 실정이다. 세계적인 전력산업 구조개편, 전력산업에서의 IT화 추세 등으로 인하여 막대한 시장규모가 예상되고 있다.

따라서 국제 표준과 조화를 이루는 발전된 기술을 확립한다면 전력산업 관련 후발국에 진출할 기회는 급속히 증가할 것이다. 본 과제는 향후 국내 전력 시장이 나아가야 할 불가결한 요소이며 이를 통해 광역계통 실시간 운영에 관여하여 주도적인 위치를 차지할 수 있으리라 기대된다.

[참 고 문 헌]

[1] Klaus-Peter Brand(ABB), "Introduction to IEC 61850", Cigre B5 Colloquium, Australia, 23 September, 2003
 [2] 디지털 기술기반의 미래형 변전 시스템 Workshop, KIEE 송배전학회, 2003
 [3] A. Tiranuchit, and R. J. Thomas, "A Posturing Strategy Against Voltage Instabilities in Electric Power Systems", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 3, No. 2, February 1988
 [4] K.-P. Brand, J. Kopainsky, W. Wimmer Topology-based interlocking of Electrical Substation, IEEE Trans. on Power Delivery PWRD-1, 3, 118-126 (1986)

본 논문은 산업자원부 전력산업연구개발사업인 전력IT기술개발사업의 지원을 받아 수행되었습니다.