

전력 IT 변전소 자동화를 위한 기술표준화 동향

최형기 | 산업자원부 기술표준원 표준기술지원부장

I. 서론

변전소는 전력계통의 주유소처럼 취급되며 전국의 지역마다 곳곳에 설치되어 있다. 국내에 운영하고 있는 대표적인 변전소는 765kV 변전소, 345kV 변전소, 154kV 변전소의 형태를 이루고 있으며, 전력유통에 필요한 설비들이 집중 분산 배치되어 있어 계통운영에 필요한 정보들이 많이 존재한다.

최근 변전소내의 설비 형태는 SCADA (Supervisory control and data acquisition)시스템의 운용과 디지털 보호·제어장치들을 이용하여 많은 부분이 자동화, 무인화 되어 있다. 하지만 이제까지의 자동화는 주로 기존 기능을 디지털화 하면서 사용자 표준 통신

기술을 적용하여 원격 감시, 제어 및 정보를 취득하는 정도이다. 그 동안 국내에서는 변전소 운용 보호제어 설비의 디지털화 및 종합자동화를 위한 연구 활동과 시범사업 등이 있었으나 다수의 변전소에 확대하여 적용하지 못하고 있는 실정이었다.

그러나 세계적으로는 변전소내 데이터의 정보통신을 위한 국제표준 IEC 61850(Communication Network and Systems in Substation)이 2005년에 제정되었고, 최근 우리 정부에서도 전력시스템 IT화를 통한 전력산업분야의 발전을 모색하는 시점이어서 국내 변전소 IT화는 매우 좋은 기회를 맞이하고 있다. 이에 본 기고에서는 국내외적으로 전력시스템 분야에서 핫 이슈로 떠오르는 국제표준 IEC 61850을 소개하고

이와 관련된 기술 동향을 제시한다.

II. 본 론

1. IEC 61850 소개

변전소 관련 국제 표준화에 있어서 기술전문가들이 10년 동안 노력한 끝에 “변전소에서의 통신 네트워크와 시스템 규격”이 2005년 초에 국제표준으로 발간되었는데 IEC 61850 표준에는 모두 14개 부분으로 구성되어 있다.

처음에 이 표준 시리즈는 변전소내의 설비보호와 자동화에 초점이 맞춰졌으나, 현재 이 표준의 개념은 변전소 범위 이상으로 발전소부터 수용가까지 확산되어 전력시스템 전 분야에 응용되는 가장 중요한 표준으로 급성장하고 있는 실정이다.

제1판의 표준 내용들은 변전소에서의 통신과 시스템 표준에 관한 배경을 기술하고 기본적인 정보를 제공하는데, 변전소 자동화 시스템에 있어서 통신은 점차적으로 중요한 역할로 부각되고 있으며, 최근 수십년간 기술적 변화들이 진행되고 있으나, 서로 다른 세대의 장치들은 그 프로토콜들이 서로 일치하지 않아 호환성의 문제가 발생하였다.

변전소에 있어서 정보처리 상호 운용의 또 다른 문제는 다른 제조업체가 생산한 장비들의 통신과 연관된 것이다. 보통 변전소내에 다양한 제조업체가 제작한 장비들을 발견하게 되는데, 이는 단일 업체가 필요한 전체 설비를 모두 제공하는 것이 불가능하기 때문이

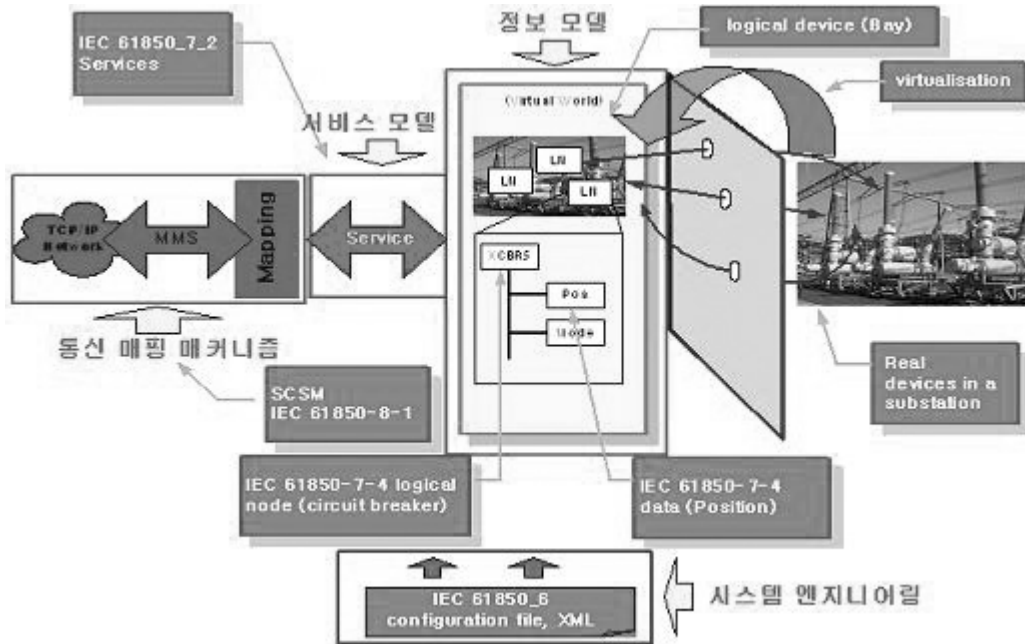
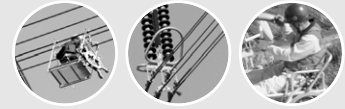
고, 또한 하나의 Feeder에 대하여 상이한 제조업체의 두 가지 보호 시스템이 적용되기 때문이다.

이러한 문제점들을 해결하기 위해 세계 각국은 전력기기 간의 통신 프로토콜을 단일화 하기위한 작업을 진행하여 IEC 61850을 제정하였다. 이 표준을 적용한 변전소 설비 및 장치들은 서로 상이한 제조업체들 시스템간의 비호환성을 해결할 수 있게 된다. 이러한 표준과 관련하여, 전력사업에서 통신 표준은 제어 명령, 상태 정보, 측정 데이터를 포함하는 기본적인 신호의 효율적 교환에 관한 기반을 여러 해 동안 제공 하였는데, 변전소의 감시 신호의 수가 증가함에 따라 기존의 표준은 그 한계에 이르렀다. 따라서 표준화 프로젝트로 IEC 61850은 이러한 이슈를 다루기 위해서 1995년에 시작되었다.

통신 표준화를 위한 IEC 61850의 기본 원리는 변전소 환경뿐만 아니라 다른 전기 산업에도 적용할 수 있다. 기본 기능들은 IED(Intelligent Electronic Device)에 내장되어 있는데, 하나의 IED는 이더넷을 통하여 데이터를 교환하는 하나 혹은 다수의 기능들을 포괄할 수 있다.

환경적인 면에서 변전소는 발전소에서부터 수용가에 이르는 전력수송 단계에서 중개자의 역할을 담당하며 전력의 흐름을 제어하고 전력계통 네트워크에서 중요한 위치를 차지하고 있다. 또한 전력시스템에서 신뢰성 있는 설비의 동작이 요구되는 대부분의 보호제어 설비가 변전소에 설치되어 있다.

보호제어설비는 변전소 설비 정보와 이러한 정보를 교환하는 기능을 가진 많은 설비를 포함하는 변전소



[그림 1] 국제표준 IEC 61850 구성 연계도

제어 시스템의 사용에 있어 매우 중요하며 디지털화와 네트워크 지원형의 H/W 제품이 국내외 시장에 IED 지능형 전자장치 이름으로 무수히 등장하고 있다. 지능형 전자장치의 사용은 고성능 통신과 네트워킹, 전체적인 시스템 엔지니어링과 운용에 대한 관리의 필요성을 증가 시켰다.

IEC TC57 기술위원회에서는 간단한 데이터 교환을 넘어 변전소 안에서의 3개 시스템 레벨(station, bay, process)과 관련되는 표준의 필요를 확인하였다. 제어와 보호 시스템에 대하여 상당히 발전된 IEC 61850 표준은 기업에 특화된 시스템 솔루션의 확산을 줄이는데 큰 기여를 했으며 제조업체간 상호 데이터 교환이 가능한 호환성을 제시하였다.

서로 다른 제조업체의 보호제어 설비(지능형 전자장치)간의 데이터 호환성은 IEC 61850의 가장 큰 목적이다. 이는 하나 또는 여러 공급자로부터의 두 개 이상의 지능형 전자장치가 IEC 61850 표준에 정의되어 있는 정보를 교환할 수 있고 애플리케이션에 의해 요구되는 기능을 수행하기 위해 명확한 정보를 사용하고 해석할 수 있게 하자는 의도이다.

14개 부분으로 구성된 IEC 61850 표준은 변전소, 엔지니어링, 데이터 모델, 통신 솔루션, 그리고 적합성 평가와 관련된 일반적인 필요조건을 포괄한다. 변전소 관련표준의 모든 부분이 IEC 61850 국제표준으로 채택되었다. 14개의 부분의 표준 중에서 중요 섹션은 10개 부분인데, 이러한 표준은 개방형 변전소 자동화 시스템을 설계 할 때 사용할 수 있는 툴킷이다. IEC

61850은 변전소 자동화 설비의 기능을 기술하며, 기능들 사이의 통신 메커니즘을 제공한다. 통신을 이행함에 있어 유연성을 제공하여 제조자들은 그들의 기능과 시스템 플랫폼을 여러 마켓이나 사용자의 요구 사항에 맞출 수 있다.

이 표준의 구성을 살펴보면 IEC 61850의 1부에서 4부는 표준의 도입과 모든 일반적인 필요조건을 포함한다. 5부는 변전소 자동화 기능에 대한 기본적인 필요사항을 기술한다. 변전소 구성 전자문서언어는 6부에 정의 되어 있다. 5부를 기반으로 하여 7.1부, 7.2부 그리고 7.4부는 통신의 여러 가지 기능에 대한 정의를 포함한다.(데이터 모델, 통신 서비스) 8부와 9부는 7부

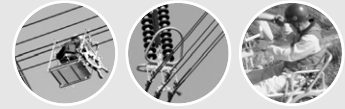
에 포함된 정의를 실제 통신 네트워크에 매핑(mapping)하는 것을 정의 한다. 10부는 설비의 IEC 61850 적합성 평가절차를 제시하고 있다.

2. IEC 61850 기술시장

변전소 자동화 시장에서 IEC 61850 표준이 차지하는 시장 지배력은 급속히 성장하고 있으며 향후 시장 지배적 표준이라는 데에는 모두가 공감하고 있다고 할 수 있다. 이 표준이 실제 시장에서 사용 되려면 제품이 다양하게 출시되어야 하는데 현재 제품의 종류 및 수량이 많지 않고 아직은 개발 중으로 보여 진다. 하지만 변전 자동화 시장을 지배하는 3대 제조업자인 ABB,

[표 1] IEC 61850 적용 세계시장 사례

전력회사	대상국가	구현 내용	시공업체
Volkswagen AG	독일	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2005년 여름부터 운영 ○ 폭스바겐 공장내 2개 변전소(110kV, 20kV) ○ 53 베이/52 IEDs 	SIEMENS
China Power Grid	중국(상하이)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2005년 11월부터 운영 ○ Nanqiao 변전소(500, 220 & 35kV) ○ 추가 변전소 진행중 	SIEMENS
RWE-Rheinbraun	독일	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2005년 12월부터 운영 ○ Garzweiler II 변전소 	SIEMENS
IBERDROLA	스페인	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2006년 2월부터 운영 ○ Ciudad Universitaria 변전소(132kV/20kV) ○ 7 Vendor ○ Incoming 2 Lines/ 50MVA 2M, tr/ 16MV Feeder 	GE외
Public Utilities Electric	미국	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2006년 2월부터 운영 ○ Chicago 50 Substation (34.5kV/12.47kV) ○ 기존 변전소와 건설될 변전소에 추가 사업 예정 	SIEMENS
Terna	이탈리아	<ul style="list-style-type: none"> ○ SICAS Project ○ 380/220/150kV 변전소 	SIEMENS



SIEMENS 및 GE가 IEC 61850 표준을 100% 지원하는 제품을 신속히 시장에 출하하고 있으며 스위스의 Laufenburg 실계통 변전소 등 IEC 61850 표준 기반의 변전소 시스템이 세계 전력회사 변전소 곳곳에 설치되고 있다.

아울러 IEC 61850 표준화 과정에서 도출되는 기술적인 문제와 시장에서 수시로 요구되는 실제적인 기능들이 UCA IUG(International Users Group)에서 통합되어 IEC 61850 표준을 수정하거나 확장하는데 주요한 입력으로 작용하고 있다.

따라서 UCA IUG가 IEC 61850 표준의 실질적인 성장 동력의 역할을 하고 있다고 볼 수 있는데, IEC 61850 표준의 10부의 적합성 평가와 관련된 실증 및 인증시험 기구 역할까지 하고 있고 2006년 6월까지 Areva T&D 제품을 비롯한 10여개 제품에 대하여 실제로 인증시험을 하고 인증서를 발급했던 경험도 있다. 또한 UCA IUG는 KEMA를 IEC 61850 표준에 기반한 제품을 인증하는 기관으로 승인을 해 주었고 2005년 5월에 인증기관으로 선정된 AEP Dolan Test lab도 KEMA와 공동으로 IEC 61850 표준 기반의 제품에 대한 인증시험을 할 수 있는 설비를 갖추고 SIEMENS 제품에 대한 인증을 해주었다.

아시아에서는 한국전력이 최근에 UCA IUG 멤버로 가입하였고 도시바를 비롯한 일본계 회사가 UCA IUG 멤버로 활동하고 있고 중국에서도 높은 관심을 보이고 있다.

3. 국내 IEC 61850 표준화 활동

대규모 전력산업의 지속적인 성장을 위해서는 전력계통 시스템의 고신뢰도를 필수적으로 요구하고 있기

때문에 계통운영 전반에 대하여 디지털과 자동화를 기반으로 하는 고도의 기술 필요성이 날로 증대되고 있다. 그 결과 변전소 자동화 구축을 위한 국제표준인 IEC 61850이 제정되었으며 2005년 전체적인 세부 사항이 확립되어 발표되었다.

이러한 세계적인 추세에 발맞추어 한국전력공사는 변전소 내에 설치되는 상위 장치인 변전소 운전용 컴퓨터, 하위 장치인 센서들(변류기, 변성기 등)과 제어기(차단기 등), 그리고 상위 장치와 하위 장치 사이에서 감시, 진단, 보호, 제어, 계측, 보안방재 등을 담당하는 IED 장치들을 기존의 다심 구리 케이블 대신 고속 LAN 케이블로 연결하고, 데이터 전송 및 제어 명령 전송에 사용하는 통신에 IEC 61850 단일 프로토콜을 사용함으로써 변전소 건설과 운전, 유지보수의 효율성과 신뢰성을 향상시킴과 동시에 변전소 운영에 필요한 정보의 가용성을 극대화 시킬 수 있는 기반을 구축하기 위한 기술을 개발 중에 있다.

최근 산업자원부에서 추진하고 있는 전력IT사업 중에서, 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)젤파워의 주관 하에 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 네트워킹 기술 개발, 지능형 시스템 운전/보수/감시 소프트웨어 적용 개발, 운영 시스템 검증을 위한 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.

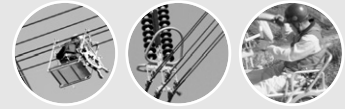
산업자원부 기술표준원에서는 IEC 61850 표준 작업의 전문가 작업반인 IEC TC 57 기술위원회에 소속되어 있는 Working Group 10 미팅을 2007년 4월 한국에 유치하였으며 2008년 10월에는 IEC TC 57 총회 또한 한국 유치에 성공하였다. 한국에서 표준화의 적극적인 참여 활동을 지속적으로 추진함으로써 많은 한국의 우수한 기술들이 국제표준에 반영되기를 기대한다.

III. 결론

IEC 61850 표준에 대한 국내의 기술 수준은 초기 상태로, 표준화문서를 이해하고 실제 IED 개발에 적



[그림 2] IEC TC 57 WG10 회의(서울, 2007. 4)



용해 보려는 단계로 핵심 원천기술은 많은 부분 수입에 의존하고 있다. 최근 국내 전문가들은 IEC 61850 표준화에 영향을 미치는 TC57의 WG 활동이나 UCA IUG의 멤버 활동을 최근 강화하고 있다. 국내 산학연의 전문가들은 IEC 61850 표준이 변전소 자동화 시스템 구축에서 주도적 역할을 하게 되리라는 것과 전력 IT 산업의 핵심중추가 될 것 이라는 데에는 많이 공감하고 있다.

앞으로 전력시장도 다른 산업처럼 WTO 체제하에서 국제적으로 완전히 열린 시장이 되고 경쟁이 치열해 진다고 생각하면 IEC 61850 표준에 대한 기술 축적이 더욱 절실하고 현재의 변전소 자동화 시스템을 어떻게 IEC 61850 표준 기반으로 변화시켜

나갈 것인가 하는 전략수립이 필요하다. IEC 61850 표준 기반의 변전소 자동화 시스템의 구조는 그를 이루는 IED 즉 지능형 전자장치 및 디지털화된 말단 센서와 actuator 장비들의 개발진행 정도에 따라 영향을 받게 되는데 이러한 장비들과 변전소 상위 종합운영시스템 간에 컴퓨터 장비들을 연결하는 네트워킹 구성 방법은 현 시점에서도 충분히 다양한 형태로 가능하다.

궁극적으로 변전소 내부 전체는 보호와 신뢰성이 강화된 보다 지능적인 Ethernet 망 스위치 형태로 구축이 가능하고 변전소 외부와는 전용선 또는 VPN (Virtual Private Network) 형태로 연결하여 다른 변전소 및 전력시스템 상위의 제어소와 통신이 가능하게 될 것이다.

참·고·문·헌

1. IEC, <http://www.iec.ch>
2. IEC 61850, Communication network and systems in substation
3. Klaus-Peter Brand, Volker Lohmann, Wolfgang Wimmer "Substation Automation Handbook" Utility Automation Consulting
4. Walter Baass et. al " The automation of new and existing substations: why and how" Nov. 2002 CIGRE SC B5-WG 07.
5. 장병태, 최창열, 정길조, 김병현, 박진홍, "디지털 기술기반의 차세대 변전시스템 개발", 2006 하계학술대회, 대한전기학회



- 기표원 공업연구관
- 기표원 재료분석과장
- 기표원 생활복지과장
- 고분자학회 산학협동위원장
- 공업화학회 재무이사
- 일본 Plastic Recycling학회 객원이사
- 기표원 기간산업표준부장
- 기표원 표준기술지원부장(現)