



# 국제표준 디지털 변전소 자동화 추진



황 윤 곤  
한국전력공사 송변전건설처 차장

## 1. 개 황

변전소는 전력의 흐름에 있어 중요한 교점에 해당한다. 전력의 효율적인 흐름을 유지하는 변전소 내에는 변압기, 개폐장치, 조상설비 등과 같은 여러 전력설비들이 설치되어

운영되고 있으며, 이러한 전력 설비들을 원격에서 감시하고 필요에 따라 조작하며 전압, 전류, 전력 등을 계측한다. 또한, 설비 고장 시에는 보호계전기에 의해 이상을 검출하고 차단시켜 고장부분을 회로에서 분리한다. 이처럼 변전소의 각종설비를 총괄하여 운영하는 역할을 하는 것이 변전소 자동화 설비이다.



국내 변전소 자동화설비는 1980년 이전까지 변전설비 감시 및 제어를 위해 배전반형이 사용되다가 변전소 설비 대형화로 설비를 집중시켜 한 곳에서 감시·제어가 가능하도록 MOSAIC 배전반을 설치하여 1990년까지 적용하였다. 컴퓨터의 출현과 발달로 디지털 기술을 부분적으로 적용한 통신방식이 변전소 자동화 분야에 적용되면서 1990년 이후부터 유인변전소에는 집중감시 제어반이 설치되었고, 2000년부터 디지털 축소형 MOSAIC반을 적용하고 있다.

## 2. 현 황

현재 변전소 자동화 설비는 통신방식의 표준이 정립되어 있지 않아 각각의 목적에 필요한 시스템을 설치하여 통합하는데 어려움이 있으며, 전력설비 내부에 있는 보조계전기 등 아날로그 부품들은 설비 외형 축소에 제한요소로 작용되고 있다. 또한 빈번한 고장으로 인해

안정적 설비 운영을 저해하는 등 여러 가지 문제를 내포하고 있다.

2000년 이후 미국, 캐나다, 이탈리아, 유럽 계통 등 대규모 정전 상황은 세계적으로 전력계통 운영의 한계를 극복하기 위한 미래형 전력망 필요에 대한 다양한 연구의 촉진제가 되었고, 전력설비와 IT의 급속한 융합을 통한 전력계통의 지능화를 가져왔다. 이러한 지능형 전력망 구현을 위해 변전소 자동화 시스템에 대한 지능화, 표준화가 중요하게 대두되면서 2005년에 변전소 자동화에 특화된 국제표준인 'IEC61850' 이 제정되었다.

현재까지 중전기 분야는 전력기술들은 주로 단위 기기들의 성능이 시장 경쟁력을 좌우하였으며, 대용량화 및 경제적 설계 등이 대표적인 성능 요소로 평가되었다. 앞으로는 전력 감시, 제어 및 보호의 효율화를 위한 시스템의 전반적인 부분이 큰 비중을 차지하게 될 것이다. 또한 디지털 변전소 자동화 기술은 전력계통의 보호, 제어, 전기품질, 예방진단 더 나아가 전력계통의 안정화 등 미래의 전력계통 운영을 위한 제반 환경에까지 혁

명적인 변화를 예고하고 있다.

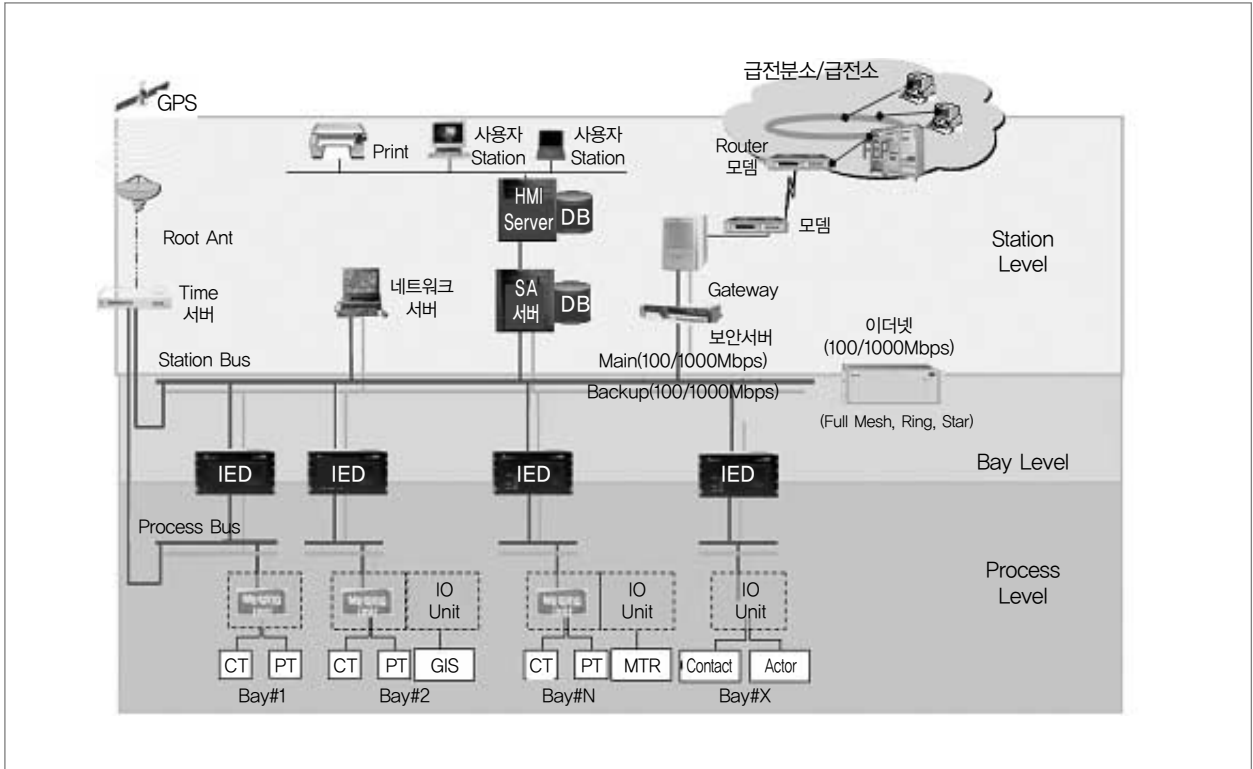
그 중심에 변전소 지능화가 있으며, KEPCO에서는 세계적인 기술추세에 부응하고 기술선진 전력회사로 세계 시장에서 경쟁우위 선점을 위해 'IEC61850' 기반의 국제표준 디지털 변전소 자동화를 추진하게 되었다.

■ IEC61850 기반 변전소 자동화 시스템

IEC61850 표준은 변전소를 운영하기 위해 필요한 감시·제어·계측 정보를 계층적인 구조로 모델링 하였다. 모든 정보 각각에 대한 명세를 정의하여 정보 교환에 대한 명시성을 보장하였다. 'GOOSE' 라는 정보 교환에 대한 방식의 정의는 IED간 통신(Peer-To-Peer)을 가능하게 하여 제어 케이블 및 보조 계전기 등과 같은 하드웨어로 구현한 여러 기능들을 IED 내부 로직으로 처리할 수 있게 하였다. 이는 많은 제어 케이블의 사용에 따른 시스템의 복잡성을 줄이고, 시스템의 구축·

유지·보수와 관련된 경제적 비용을 절감할 수 있게 하였으며, 보조 계전기의 노후 등과 같은 문제로 야기되었던 시스템 장애를 해소함으로써 설비의 신뢰성을 높였다. 이전에 사용되었던 통신 규약과는 다른 개념으로 접근된 IEC61850 표준은 다음과 같은 내용을 포함하고 있다.

- 변전소에 관한 일반적인 사항  
(프로젝트 관리, 환경과 EMC 요구사항 등)
- 주요 기능과 장치에 대한 주요 정보  
(측정값, 상태와 스위칭 정보 등)
- 보호, 감시, 제어, 측정 및 계측에 대한 정보 교환
- 스위치, 변압기 및 계기용 변성기와 같은 주요 장치에서 측정된 디지털정보의 교환
- 변전소 구성 표현 방법



IEC61850 변전소자동화 시스템 구조

마지막으로 IEC61850 표준에서 정의하고 있는 SCL(Substation Configuration description Language)은 IED 혹은 변전소 전체에 대한 구성을 어떻게 기술할 것인지에 대한 기준을 정의하고 있는 것이다. 이러한 기준은 시스템의 효율적인 엔지니어링을 가능하게 하고, 여러 제작사의 장비 간 상호 운영성을 보장할 수 있게 하였다.

IEC61850 기반의 변전소 자동화 시스템은 변전소 시스템을 3단계 레벨과(Station / Bay / Process Level) 각 레벨을 연계시킬 수 있는 2가지의 통신 네트워크로 (Station / Process Bus) 구성되어 있다.

스테이션 레벨(Station Level)은 SA 시스템을 운영·유지·보수하기 위한 요소로 HMI, SA 운영장치, Printer, 표준시각 동기 장치 등으로 구성되며, 베이 레벨(Bay Level)은 IED들로 구성되어 전력설비들로부터 정보를 입력받아 처리 및 가공하여 고유의 보호·제어·감시·계측 기능을 수행, 스테이션 레벨로 정보들을 전송한다.

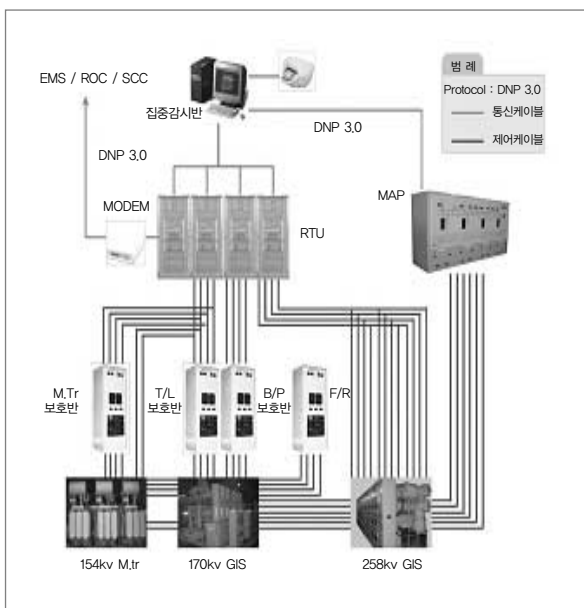
프로세스 레벨(Process Level)은 전력설비의 제어, 감시, 계측정보를 베이 레벨에 설치된 IED로 전송하는 장비들의 집합으로서 현재 제어 케이블로 연결된 CT, PT, 차단기 Trip 코일, 기계적 접점 등이 수행하는 기능을 하는 SA 장치들로 구성된 시스템의 범위를 의미한다.

스테이션과 프로세스 버스는 스테이션 레벨과 베이 레벨 간, 베이 레벨과 프로세서 레벨 간을 연결하는 이더넷 스위치 등의 통신장비로 구성된 통신 네트워크이다.

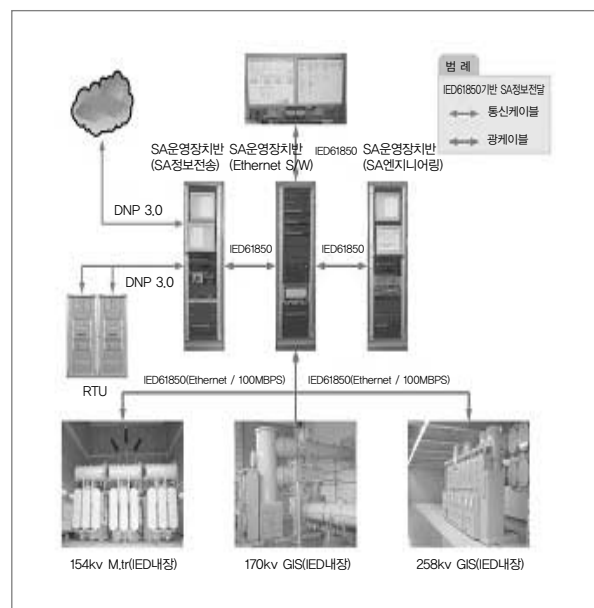
### ■ 디지털변전소와 기존 변전소 시스템과의 비교

디지털변전소는 기존의 물리적인 장치(제어케이블, 보호배전반, 각종 보조계전기, 전기·기계적인 접점 등)로 구성된 기존 변전시스템과는 달리 현장설비에 부착된 IED와 상위시스템 간 광케이블을 이용하여 정보를 전송하고 현장설비와 정보를 Data화하여 IED간 1:1 구성이 아닌 1:N 연결을 통하여 설비확장의 유연성을 확보하였다.

또한, 감시·제어·보호·계측 기능이 IED로 통합함으로써 설비를 단순화하고 제어케이블 설치물량도 약 83%가량 대폭 축소하였다.



기존 변전소



디지털변전소

구 분	기존 변전소	디지털 변전소	비 고
정보전달 매체	Hard-Wire	Fiber-Optic	H/W 비용절감
정보처리 기술	Analog 신호처리	Digital 신호처리	IT 응용기술 접목 정보신뢰성 확보
회로구성 장치	Ry, Aux Ry, Contact, F/R 등	IED <sup>1)</sup>	기능통합
회로구성 구조	전기, 기계적 Sequence	논리적 Program	설비 기능변경, 조정의 유연성 확보
HMI 연계	Point별 1:1 연결	1:N 연결	설비확장 유연성 확보
전력설비 구성	복잡한 Hard-Wire	IED 내부 Logic	내부회로 단순화/집적화, IT기반 신기술 적용 용이

### ■ KEPCO의 디지털변전소 추진 현황

KEPCO는 IEC61850 기반의 변전소 자동화를 3단계에 걸쳐 주변압기, 송전선로용 개폐장치, 배전선로용 개폐장치 등 개별설비에 대한 시범적용을 완료하였으며, 2010년 효율적인 현장 적용을 위한 설비규격, 설비운영 기준, 구축방안, 적용기준, 절차 등의 KEPCO 변전소 자동화 현장적용 운영 기준을 수립하였다. 지난 4월에는 154kV 디지털변전소 표준설계 및 시공기준을 제정하였다.

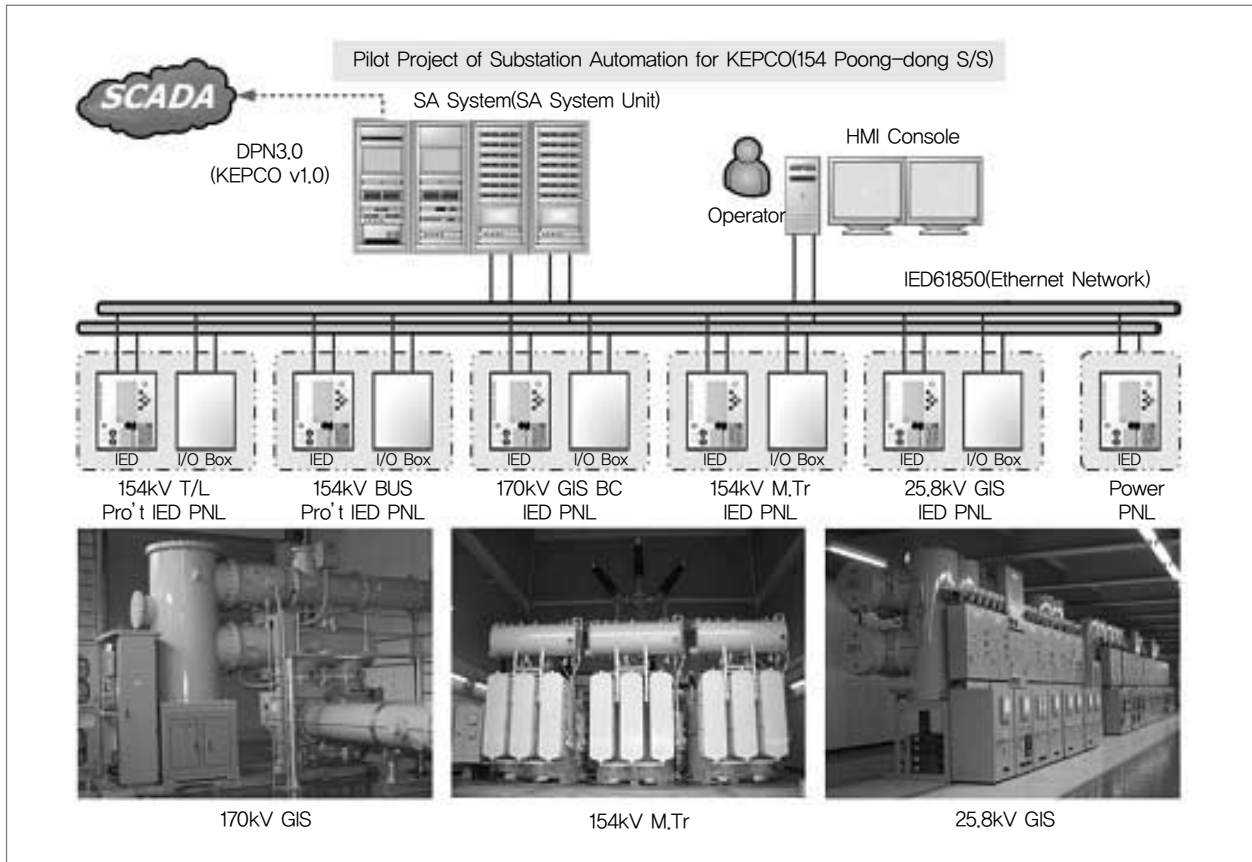
또한, 154kV 변전소에 전면 적용하기에 앞서 신규 개발 SA 설비의 문제점 사전에 도출하고 신뢰성을 검증하기 위해 현재 운전 중인 154kV 풍동변전소의 모든 설비에 변전자동화 설비를 병렬로 구성하였다.

### 3. 전망

국내에서 IEC61850 기반의 변전소 자동화 핵심기술 개발을 위해 2005년부터 국가 중대형 전략기술 과제로 연구가 진행되고 있으며, 그 성과물로 2008년부터 국산 IED 시제품이 출시되고 있고 다수의 제작사가 IEC 61850 적합성 인증을 진행 중에 있다. KEPCO에서는 풍동변전소 실계통 시범 사업을 통한 SA 설비 성능 검증 후 신설되는 154kV 변전소에 국제표준의 디지털 시스템을 적용할 계획이다.

이러한 일련의 과정을 통해 전력IT 기반의 다양한 솔루션 운용으로 변전설비 신뢰도가 향상되고 미래 전력계통의 지능화 기반이 구축되면 복잡한 전력계통에서 예상치 못한 계통붕괴 요인에 능동적으로 대처할 수 있으며, 변전설비 유지보수비 절감 및 고장요인 사전

1) IED(Intelligent Electronic Device) : 변전소 내 설비들의 보호/제어/감시/계측/인터록/고장기록 등의 기능을 통신을 이용하여 외부로 주거나 받는 기능을 구비한 지능형 디지털 전자장치



풍동변전소 시범사업 구성도

제거 등으로 변전소 설계·운영 시스템을 개선할 수 있을 것이다.

또한, 미래의 변전 자동화 시스템은 전력계통의 중심에서 전력정보 시스템의 매개체 역할뿐만 아니라 지능형

전력망의 실제적인 동작을 위한 정보 수집과 수행에 있어 핵심이 될 것이다. 더불어 변전자동화 분야의 독자적인 기술과 인력, 시스템 등의 확보를 통해 해외 시장 진출을 위한 기반을 마련할 수 있을 것이다. KEA