

변전 자동화를 통한 한국전력 계통의 보호, 제어감시

장성익, 민병욱
한국전력공사

Protection, Monitoring & Control of KEPCO Power System by SA

Jang, Sung-ik Min, Byeong-wook
KEPCO

Abstract - 변전소 보호, 제어, 감시와 자동화 능력을 선진화하면서 송변전설비 건설, 보수, 운영 및 관리비용을 확실하게 줄이기 위한 계획과 노력이 진행 중이다. 세계적인 전력설비의 IT화 추세와 변전자동화(Substation Automation)전용 국제통신규격(IEC-61850) 기반 조성으로 차세대 변전시스템 개발의 효율성 증대 되므로 한국전력 계통에 시범 사업에 적용하여 선진기술을 도입하여 계통 보호와 제어 감시의 사례를 검토한다.

61850 기반의 변전소 자동화 시스템에서는 2, 10, 7번을 제외한 7가지 인터페이스를 제공한다. 각 인터페이스는 베이 레벨, 스테이션 레벨, 프로세스 레벨 간 보호-데이터 교환과 제어데이터 교환, 변전소(레벨)와 원격기술자 작업장간 데이터 교환, 고속기능(상호연동;interlocking)을 위한 베이 간 직접데이터 교환 및 변전소(장치), 원격제어 센터 간 제어데이터 교환 등을 의미하게 된다.

1. 서 론

변전소 자동화 기술은 IEC 61850 표준화로 변전소의 통신망과 시스템에 관한 국제 규격이 완성되어 가므로 그동안 있어왔던 IEC 60870 시리즈, DNP, UCA2.0 등의 자동화 프로토콜에서 겪은 시행착오를 최선의 컴퓨터소프트웨어 엔지니어링 기술을 활용하여 극복하고 향후 지속적으로 기술개발이 이루어지는 IT 기술을 손쉽게 적용할 수 있도록 설계된 기술규격이다.

이에 기 시행한 SA사업 연속성 유지와 사업연계에 따른 추진공정 단축 등 시너지 효과 획득과 고장분석, Trend관리 등이 IT기반의 다양한 Solution 운용으로 설비 운전신뢰도를 제고하여 변전설비의 제어 및 운전분야의 첨단기술 확보하게 된다.

본 논문은 효율적이고 경제적인 변전소자동화 시스템의 구축을 위한 IEC-61850 표준을 한전의 실제 변전소에 적용하기 위해 필요한 구현 방안을 제안하고 있다.

2. 본 론

디지털 변전소 자동화 시스템은 변전소를 구성하고 있는 지능형 전자 장치 (IED: Intelligent Electronic Device)를 비롯한 모든 전력설비들이 네트워크를 통하여 표준화된 정보교환을 함으로써 상호 설비간의 보호/감시/제어의 기능을 수행하는 것을 목적으로 한다. 표준화된 정보교환을 기반으로 상호 운용성을 확보함으로써 다른 제조업체의 장비들 간 정보교환을 가능하게 한다.

IEC-61850 국제표준은 변전소의 보호/제어/감시/계측 기능을 수행하기 위해 필요한 정보를 정의하고, 정보를 교환하는 방법을 정의하고 있다. 즉, 기존의 제어케이블이나 기존 통신에 의해 교환되던 신호 및 데이터들을 논리적인 목록들로 정의하고, 이것들을 교환하기 위한 방법을 정의하고 있는 것이다. IEC-61850 표준에서 보면, 그림 1에서 보여지는 바와 같이 시스템은 3개의 레벨로 구분되고, 각 레벨은 통신 네트워크를 통해 연결된다. 그림 2는 표준 문서의 구성을 보여준다. [1]

- Station level : HMI를 비롯한 게이트웨이, 시동기장치, 시스템 운영/관리 장치들로 구성된 상위 운영시스템이 위치한 레벨이다.
- Bay level : 1차 전력설비(CB, DS, CT/PT 등)들의 보호/제어/감시/계측을 위해 IED로 구성된 레벨이며, 기존에 배전반이나 Relay와 같은 2차 전력설비들이 위치한 레벨이다.
- Process level : 1차 전력설비들이 위치한 레벨이다.
- Station-Bus : Station level 장치들과 Bay level 장치들을 연결하고, Bay level의 장치들 사이의 정보교환을 위해 구성된 통신 네트워크이다.
- Process-Bus : Process level의 샘플값 등을 Bay level의 IED로 전송하고, Process level을 제어하기 위해 스위치로 구성된 통신 네트워크이다.

2.1 변전소 자동화 시스템의 인터페이스

그림 2-1에서 보는바와 같이 변전소 자동화 시스템 내의 레벨은 스테이션, 베이, 프로세스의 3계층으로 나누어지며 각 레벨의 정보 교환을 위해 10가지의 인터페이스를 가지고 있다. IEC

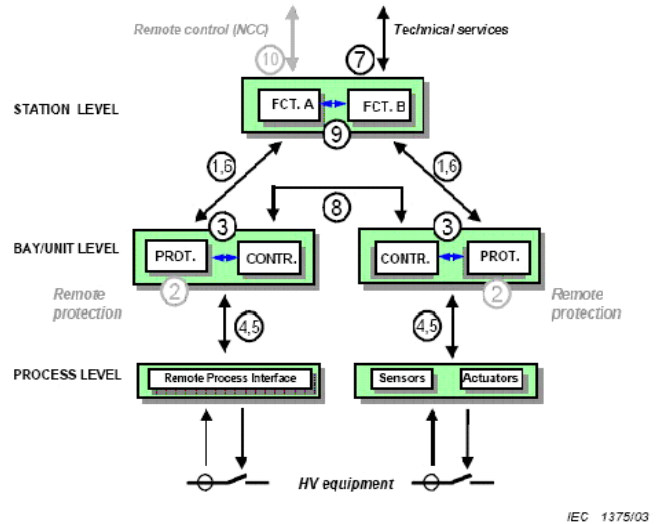


그림 2-1 변전소 자동화 시스템 레벨과 상호 인터페이스

2.2 국내 기존 변전소 자동화 시스템 조사 분석

국내 전력설비 운영 시스템인 전력거래소 (NCC)의 EMS, 지역급전소 (RCC) 및 지역급전분소 (SCC)의 SCADA System은 변전소 종합 자동화 시스템을 구성하는 시스템 중앙장치 (HMI), 통신처리장치 (CSD), 원격단말장치 (RTU), 전력현장의 디지털화된 Relay (IED) 및 주변 설비들과의 표준화된 데이터 공유를 통하여 전력현장의 운영 능력을 향상시키고 설비간의 개방성을 확보함으로써 궁극적으로 변전소 자동화를 이루고자 한다.

그림 2-2와 같은 구조의 기존변전소에 시범적으로 운전 중인 자동화 시스템에서는 CSD (Communication Server Device)가 변전소 종합자동화 시스템의 중추가 되는 부분으로, 변전소 전력설비의 운전 정보를 취득하는 IED 및 RTU로부터 정보를 수집하여 다종의 상위 Host System (NCC, RCC, SCC, HMI)에 정보를 제공하는 기능을 가지며, 원격소 장치를 효율적으로 운용, 관리하는 통신처리장치를 이용한다.

감시, 제어, 계측을 RTU에서 수용하는 SCADA 시스템과 보호기능을 IED에서 수용하는 보호계전시스템의 기능으로, 제어케이블로 기기 간의 제어신호를 연결하여 전달하며 별도의 보호제어 장치와 고장기록장치 등을 필요로 하였다.

시스템 간 프로토콜 환경프로토콜은 NCC, RCC, SCC에서는 Basic DNP를 사용하여 9600Bps 통신속도와 RS-232C의 통신형태를 요하고, HMI에서는 DNP over TCP/IP 프로토콜, 100Mbps의 통신속도 및 Ethernet, 100Base-T의 통신형태 등의 시스템 간 프로토콜 환경을 사용한다.

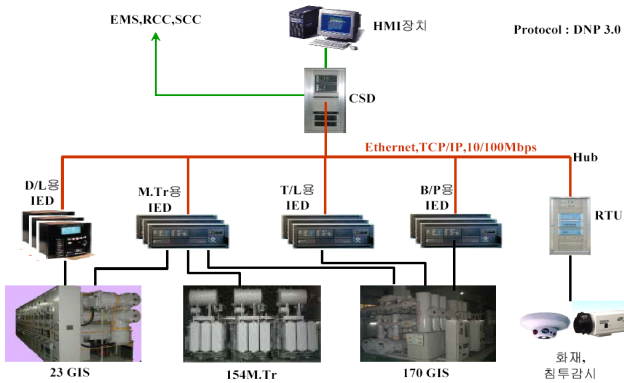


그림 2-2 국내 기존 변전소 자동화 시스템

2.3 시범사업 개요

본 시범사업의 시스템 구성도는 그림 2-3과 같다. 스테이션(station) 레벨은 HMI, 게이트웨이(gateway), 데이터처리장치(data processing device), SNTP 서버, Network 관리 시스템으로 구성된다.

SCS는 2대의 Engineering Panel과 1대의 Communication Panel 그리고 운영자를 위한 HMI 콘솔로 구성된다.

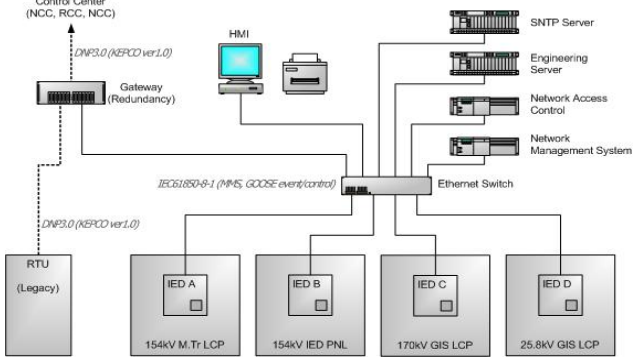


그림 2-3 IEC-61850 기반 변전소자동화 시스템 구성도

변전소내부 RTU는 MPD (Main Processing Device)와 상태감시, 원격제어를 위한 FPD (Field Processing Device) 그리고 데이터계측을 위한 IAPD (Intelligent Analog Processing Device)로 구성되어 있다. RTU는 DNP3.0 Protocol을 이용하여 현장 전력설비(주변압기(main transformer), GIS 등)와 상위제어소간(control centre)의 통신 연결을 담당하고 있다. 현장 전력설비와 RTU장치 사이의 제어케이블로(copper cable) 연결되어 있다.

- IEC-61850 기반 변전소자동화 시스템 설계용 시범 적용
다양한 변전설비의 SA 적용기술과 시스템 수용기술 확보를 필요로 하고, 단위 변전소 내 전압별 설비 SA 시스템 구축이 실현될 요건을 구비하며, 시범사업 특성상 예측 불가능한 Risk 대응을 위한 부하공급 여력을 감안하여 공급부하 중요도가 비교적 낮고 기설 M.Tr로 부하공급이 가능한 개소를 선정하는 것이 필요하였다.

○ 제작사별, 설비별 IEC-61850 활용한 SA 사업 능력을 검토하여 분담이 적고 Full 육내 GIS 형태인 변전소를 대상으로 선정하게 되었다.

○ 중전기기 중 변압기는 IED 내장과 SA 기능의 구비되도록 하였고, ○ SA 시스템 및 변압기 보호반은 IEC-61850체제로 연계가 필요한 설비로 IEC-61850 IED 적용 주변압기반과 상위 시스템간 엔지니어링 기술 확립을 위해 상위 시스템에서 일괄적으로 구축되도록 하였다.

○ SA 시스템의 네트워크 구성은 실 계통 적용의 신뢰성 확보, 체계적인 Feedback 등에 주요점을 두었다.

- SA시스템 구성 방안

System Design 기본방침

○ 기설 설비와의 연계가 가능하도록 하되, 실용화가 검증된 제품으로 선진기술 습득하고 신뢰성을 확보하며 SA 상위시스템은 최종 규모의 구조로 기능을 구현하여 SA

기술기반을 확보하므로 기술 경쟁력을 갖추도록 하는 절차를 반영하는 기본 시스템을 구축한다.

- 시스템 구성 및 배치방안

○ 변압기, 개폐장치는 LCP에 IED를 탑재할 수 있도록 하고 변압기 보호용 IED는 별도의 PNL에 수용하여 변압기실내에 설치하여 하위 시스템을 구축하고, SA 상위시스템은 감시실에 Server, HMI, Gateway, Ethernet S/W, SNTP 등을 설치하며, IED와 SA 상위시스템간은 광케이블로 연결하여 IEC61850 서비스가 되도록 하되, 일부 154kV B/P관련과 기설 전력설비 간 인터록 및 LCP~IED반 연결은 제어케이블을 사용하여 상위시스템이 구축되도록 한다.

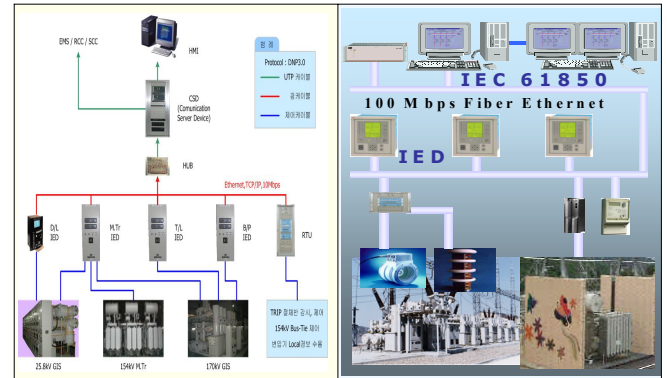


그림 2-4 종합자동화 전, 후 변전소

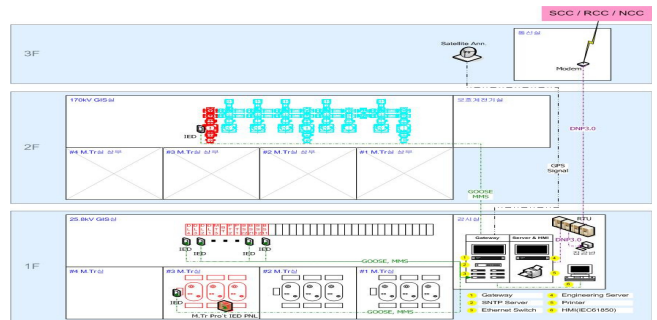


그림2-5 시스템 배치 방안

IEC 61850 표준을 적용하여 변전소 자동화 시스템을 구축하기 위해서는 IEC 61850 표준에서 정의된 통신으로 데이터를 주고받을 수 있는 장비가 필요하며, 이러한 장비와 시스템의 모든 구성요소를 XML 기반의 SCL로 엔지니어링 해야 한다. 추가적으로 시스템의 구조(architecture)를 결정해야 하는 작업등 이 필요하다.

3. 결 론

변전소에서는 SCADA나 NCC로부터 또는 다른 외부시스템이 적용 될 때 정보를 주고받게 되고 각 변전소들 간에도 정보교류를 필요로 하게 될 것이다. 이러한 요구는 시간이 갈수록 외부 시스템들이 많이 등장하고 송수신되는 정보의 속도나 양이 증가 될 것이다.

IEC-61850 표준은 변전소자동화를 위해 사용되는 도구일 뿐이며, 사용자와 엔지니어는 시스템 운영, 유지보수, 그리고 관리의 효율성을 위해 시스템의 최종적인 모습(architecture)과 소프트웨어에 의한 인터록 로직 회로 등이 정의되어 IEC 61850 표준화와 변전소의 통신망과 시스템에 적용될 기존의 많은 설비들이 표준에 적합한 형태로 개발되어야 하겠다.

[참고 문헌]

[1] M.R.Ingram, R.Ehlers, "Integrating IEC61850 at Substations for Protection, SCADA, and Enterprise Applications", IEEE, 1-5, 2006
[2] 산업자원부, "디지털 제어기반의 차세대 변전소 자동화시스템 기술규격", 2006
[3] 김정수, 김상식, 장혁수, 정태선, 장병태, 이재욱, 김병현, "변전소 자동화 시스템을 위한 통신 프로토콜 사상에 관한 연구", 전기학회 하계학술대회, 2005