

변전소 보호, SCADA, 응용을 위한 IEC 61850통합적용

장성익, 강대연, 조시형, 민병욱
한국전력 중앙교육원

Integrating IEC61850 at Substations for Protection, SCADA, and Applications

J.S.I, K.D.E, C.S.H, M.B.W
KEPCO

Abstract - 변전소 보호, 제어, 감시와 자동화 능력을 선진화하면서 송변전설비 건설, 보수, 운영 및 관리비용을 확실하게 줄이기 위한 계획과 노력이 진행 중이다. 그러나 통신기술이 변화할 때 마다 새로운 통신 표준을 채용하거나 변전소 자동화시스템을 전체 교체하는 것은 바람직하지 않다. 따라서 IEC61850통합으로 기능과 변전소 데이터를 생성과 서버제공, SCADA, 보호응용, 상태 감시의 IED 광역보호 장치 등을 고려해 본다.

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 최신의 컴퓨터 소프트웨어 엔지니어링 기술을 활용하여 극복하고 향후 지속적으로 기술개발이 이루어지는 IT 기술을 손쉽게 적용할 수 있도록 설계된 기술규격이다.

기존의 변전소 자동화 시스템에 IEC 61850 기반 변전소 자동화 시스템을 한 번에 적용시키는 것은 변전소 내에 설치되어 운전되고 있는 수많은 기기들을 모두 교체해야 하는 엄청난 비용을 소모하게 될 것이기 때문에 현실적으로 불가능하다.

따라서 현재 시스템에 부분적으로 적용해나가면서 차츰 IEC 61850 기반의 변전소로 바꾸어 나가야 할 것이다. 이에 우리 전력산업의 적용 추진방향을 알아본다.

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 상호운용성을 확보함으로써 다른 제조업체의 장비들 간 정보교환을 가능하게 한다.

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 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.

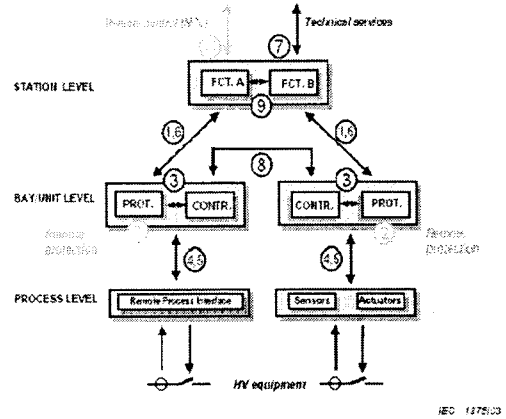


그림 2-1 변전소 자동화 시스템 레벨과 상호 인터페이스

2.2 국내 기존 변전소 자동화 시스템 조사 분석

국내 전력설비 운영 시스템인 전력거래소 (NCC)의 SCMS, 지역급전소 (RCC) 및 지역급전분소 (SCC)의 EMS 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.

2.3 해외 제작사 변전소 자동화 시스템 비교

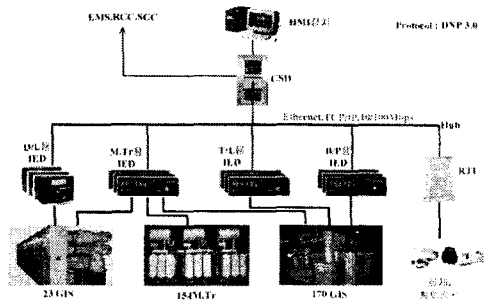


그림 2-2 국내 기존 변전소 자동화 시스템

모든 프로토콜이 SCADA 관련된 요구사항을 지원 하는 실시간 정보교환이 가능한데 이는 특정 단일 지점에 대한 상태와 제어, 주기적이고 즉각적인 레포트 등의 기능을 제공함으로써 이루어진다.

IEC61850은 측정치와 trip 명령어의 멀티캐스팅이 가능하고, 광범위한 데이터 모델링 및 통신서비스를 제공 하지만 다른 것들은 몇 가지 정도의 고정된 서비스만을 제공하며, 제품은 시장에 다양하게 출시되어 증명된 것들만 선택하여 사용한다. IEC61850 제품은 아직 개발 중에 있지만 전체기술 흐름상 지속될 예상으로 궁극적으로 IEC61850으로 전환해야하는 프로토콜이다.

표 2-1 변전소 자동화 시스템 비교

	ABB	Alstom	Siemens	SEL	GE
시스템 이	SAS90570 SAS90500 SAS90500	FSCN 300 MCOM 510/100 MCOM 530 SPACE 300	SICAM SAS	SEL 7000	GESA
레벨	2세대	2세대	2세대	2세대	3세대
특징	IED 우수 제어 모듈화 우수	IED 점유 우수 제어 모듈화 우수 다양한 시스넷 보류	IED 우수 EWT 우수	IED 우수 UCA 적용	IED 우수 신기술 우수
프로토콜	LON Bus IEC 870-5 Ethernet	Counter K-BUS MODBUS IEC 870-5 Ethernet	PROFIBUS IEC 870-5 DNP 3.0 Ethernet	IEC 870-5 DNP 3.0 UCA 2.0 Ethernet	UCA 2.0 DNP 3.0 IEC 870-5 Ethernet
HMI	SYSE00	EPAS000	SICAM WinCC	HMI	HMI
Station Controller	REF110	S900	SICAM SC SICAM PCC SICAM RTU	SEL 3100 SEL 3000 SEL 3103	
Bay Controller	RET316 REC31L 323 REC35B REF541/543/545 SPACE310/310E	CF202 CF242 BM9100 BM9200	6MDEB mRTU 6MDEK 6MDE3/654 6MDE5		Universal Relay
Protective Relay	COMBIFLEX RET35E1 RET316 RET321 SPAUB94C TPU2000/2000R	MCOM PXXX MX3MULXIA MUE3X FSXXX	7JXXX 7VXXX 7RWXXX	SEL-XXX	Universal Relay
기능	Monitoring Control SMS Redundancy Fault Recording	Monitoring Control Redundancy Fault Recording	Monitoring Control Redundancy	Monitoring Control Redundancy Fault- Recording SMS	Monitoring Control Redundancy Fault- Recording

2.4 기존 변전소에 IEC 61850 표준 적용방안

2.4.1 게이트웨이를 이용한 IEC 61850 적용

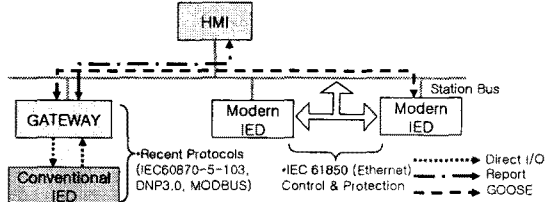


그림 2-3 게이트웨이를 이용한 IEC 61850 적용

기존 IED의 I/O에 관련된 데이터를 게이트웨이를 이

용하여 IEC 61850기반의 메시지로 변환 하게 된다.

게이트웨이 내부에 IEC 61850기반 IED와 통신 인터페이스를 맞출 수 있게 기존 IED의 전송 메시지를 캡슐화 하여 전송한다.

2.4.2 통신 모듈 장착을 통한 IEC 61850 적용

기존 장비에 IEC 61850 통신 모듈을 장착하여 IEC 61850기반의 IED와의 인터페이스를 맞추어 기존 장비 내의 데이터를 IEC 61850 통신모듈에 맵핑하여 변전소 자동화 시스템의 상호 운용성을 확보하는 방법이다.

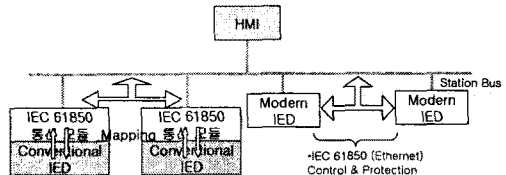


그림 2-4 통신 모듈 장착을 통한 IEC 61850 적용

2.4.3 스테이션 유닛을 이용한 IEC 61850 적용

기존의 IED에 대한 인터페이스(Logical Node)들을 스테이션 유닛에 만들어 놓고 이를 통해서 변전소 자동화의 상호 운용성을 확보하는 방법으로 기존의 변전소 자동화 시스템이 필요한 변전소 기능에 대한 정보를 제공하면 스테이션 유닛은 그 정보를 제공하는 IED들에 대한 IEC 61850기반 인터페이스(Logical Node)를 만들어 놓아 이를 통해서 IEC 61850기반 시스템과 상호 운용을 하게 된다.

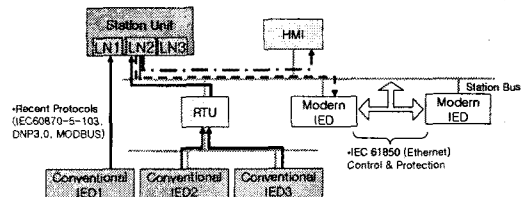


그림 2-5 스테이션 유닛을 이용한 IEC 61850 적용 방안

2.5 변전소 업무 변화에 관련된 프로젝트 목표

- IEC61850을 사용한 변전자동화 수행지침 준행, 향상
- 상호작용, 성능면에서 적절한 시간과 능력, 안전, 융통성, 경제적 실행 가능 등 운용환경 제공이 요구된다.
- 기존 S/S와 달리 몇 응용(디지털 고장기록)은 분산응용으로서 수행되어지고, 2개 이상 IED 사이에 분할되고 분배되어져 분배된 응용은 인터록으로 협조되고 GOOSE 메시지를 사용하여 네트워크상 가상 연결로 수행되어 성공적으로 조절되어야 한다.
- 목표된 응용은 일반적인 기술 기반을 공유해야한다. 분리된 기초는 건설, 유지비용이 더 들며 통합을 저지하고 변화 필요성을 조절하려는 융통성이 부족하게 된다.
- 다중 공급자로부터 IED들을 조절해야 한다. S/S는 각 시스템의 역할을 위한 유용한 최상 제품을 선택하는 허용범위를 원한다.
- 프로젝트는 실현성있고 경제적으로 가능한 변전소 업무를 생산하여 새로운 현장이거나 개조 현장에서 직접 재사용할 수 있어야 한다.
- IEC61850의 SCL(변전소 구성 설명 언어)은 변전소 전체와 모든 IED를 위해 충분히 지원되어야 한다. IEC61850 표준에 의해 제공된 가치 대부분은 진행데이터 관리, 설비구성 및 계통을 단순화하는 SCL능력에 있다.
- 관리하고 효과적인 데이터 관리 절차는 지속적으로 추가가 가능케 되고, 계통이 붕괴없이 운영되도록 변화 되어야한다.

- i. 건설, 설비선정, 설치, 데이터 통합, 자동화, 시험 등의 업무는 통신 네트워크의 장점을 갖도록 적용되어야 한다. 능력 향상과 저 비용으로 서비스들이 변전소에 전반적으로 유용해야 하며 유연성이 있어야 한다.
- j. IED에 다운로드 되는 구성과 응용은 현장과 원격에서 네트워크를 통해 지원되어야 한다. 어떤 것이 파괴되면 물리적 수리나 교체하기 전에 문제의 범위와 본질을 이해하는 것은 운영, 유지, 보수에 효율성을 높일 것이다.
- k. 운영관리 절차, IED응용은 네트워크와 남아있는 IED들이 정상 동작책무를 동시에 지원하면서 네트워크상의 시험 모드에서 지칭된 설비들이 상호작용하도록 되어야 한다.
- l. 기술적 하부구조의 상태나 건전성이 적절히 감시되어 실패되거나 초기 문제되는 것은 검출, 분리, 수정되어야 할 수 있다. 기술적 기반의 운영은 전력기반과 같은 주기가 필요하고 상호의존적이고 설비에 결정적으로 중요하다.
- m. 상정 계획은 IED와 통신 실패 시나리오를 자동으로 처리하여 수행되도록 하여야 한다. 그렇지 않으면 계통이 비합리적으로 손상된 동작을 하게 된다.

3. 한국전력 시범사업 추진 방향

세계적인 기술 발달 추세에 따라 디지털보호계전기를 활용한 변전소 자동화(SA)를 DNP 통신으로 시범 설치하여 실계통 운전을 시범중에 있으나, 국제규격 통합(IEC 61850)이후 국내외에서 IEC 61850기반 변전소자동화 연구 및 사업에 주력하는 추세에 있으며, 국내에서도 국제적인 기술 선점을 위해 많은 연구를 진행하고 있어 향후 적용할 변전소 자동화 기본방향으로 추진예정이다.

3.1 기본방향

변전소 제어설비 통합화·집중화를 정착·활용하기 위해 종합자동화 시스템을 기설 변전소 일부에 DNP 체계 확대시범 적용 후 신설변전소에 확대 적용하고, 향후 변전소 종합자동화의 최종목표 구현을 위해 국제적으로 표준화 프로토콜인 IEC-61850 기반의 자동화시스템 국내 도입 기반을 조성하고, 관련 시스템을 지속 개발하여 장기적으로 변전소에 적용 추진하고자 한다.

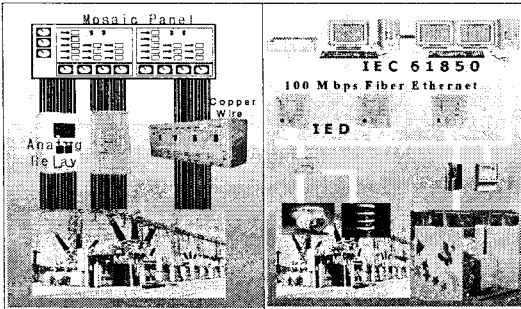


그림 2-6 종합자동화 전, 후 변전소

3.2 종합자동화설비 도입 시기

현재 DNP 체계의 SA를 시행하고 있으나 현재 IEC 61850 체계로 연구사업이 진행 중에 있어 SA의 주요장치를 개발하는 기업의 연구 인력이 분산되고 있으며 세계적인 SA 사업이 IEC 61850체제로 급변하고 있어 미래 지향적인 관점에서의 국내 변전소에 도입 방향 및 시기 설정 필요하다.

3.2.1 DNP체계 지속 적용 후 IEC 61850 기술 실용화

DNP체계의 시범적용을 완료한 기기를 적용하여 SA를 적용할 수 있고, 현장 시범 적용하여 입증한 기기의 적용이 가능한 이점이 있으나 제작사에서 단기간 적용을 위해 지속적인 기술개발 필요하여 연구인력 분산되고 이중 투자의 가능성이 있으며, 개발 기술의 확산 불가능한 단점 등이 고려된다.

3.2.2 DNP체계 중단 후 IEC 61850 체계로 전환

선진외국의 도입시점으로 국내기술이 거의 없어 IED 등 주요 부분의 외국기술 도입을 필수로 하는 단점이 있는 반면, IEC 61850 기반의 SA 시스템 구축 기술기반 조기확보가 가능하고, 시운전 결과를 전력 IT 국가 과제 수행에 Feedback 가능하며, 해외 전력사업진출 기술경쟁력을 선점할 수 있고, 시범사업 결과 적용 국내업체 조 기 상품화 유도 및 경쟁력 확보 가능과 개발 기술 인력의 집중 가능하여 유사한 형태의 DNP체계로 시범적용 등 전력IT 기반을 확보하는 등 이점이 있어 IEC 61850 체계의 변전소 자동화로 전환하여 시범 적용하는 방안에 대한 적극적인 검토가 필요한 시점이 되었다.

3.3 시범사업 시행방안

다양한 변전설비 SA 적용기술과 변전설비 간 구성기능 SA 시스템 수용기술 확보가 필요 되어지고, 단위변전소 내 전압별 설비 SA시스템 구축을 실현할 수 있는 요건의 구비와 시범사업 특성상 예측 불가능한 Risk 대응을 위한 사업기간 및 budget역량 노력 등이 감안되어야 한다.

또한 전압과 기능별 구성기기가 다양하고, 변전소 전 기능이 수용가능하며 사업 빈도가 높은 곳으로 중전기기(GIS, M.Tr)는 SA 적용품 생산이 가능한 개소 중 선정하고, 공급부하 중요도가 비교적 낮고 기설 M.Tr로도 공급능력이 있는 개소를 선정한다.

M.Tr, GIS LCP에 IED 탑재하고, M.Tr Pro't IED는 별도 PNL에 수용하여 M.Tr설내 설치하며 SA 상위시스템은 감시실 설치(Server, HMI, Gateway, Ethernet S/W 등)하고 IED와 SA 상위 시스템간 광케이블 연결은 IEC61850 서비스로 제공한다.

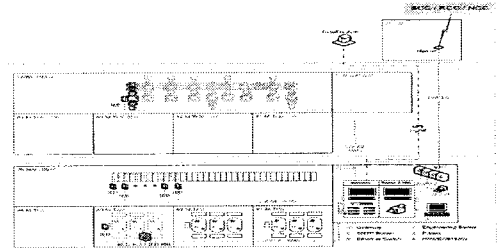


그림2-7 시스템 배치 방안

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.

4. 결 론

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

IEC 61850 표준화와 변전소의 통신망과 시스템에 적용될 기존의 많은 설비들이 표준에 적합한 형태로 개발되어야 하겠다.

[참 고 문 헌]

- [1] M.R.Ingram, R.Ehlers, "Integrating IEC61850 at Substations for Protection, SCADA, and Enterprise Applications", IEE E, 1-5, 2006
- [2] 산업자원부, "디지털 제어기반의 차세대 변전소 자동화시스템 기술규격", 2006