

IEC61850 변전자동화의 경제성분석

(The Economic Analysis of IEC61850 for Substation Automation)

이경호*

(Kyung-Ho Lee)

Abstract

This paper gives a feasibility reference of integrating power automation for digital substation. An overview and techno-economical potential of IEC61850 are introduced. The result of economic analysis is shown to save up to one-third of the total cost of automation installation. The gained benefits can be used to increase the economy and reliability of electrical power system.

1. 서론

전력 사용환경 복잡도 증가와 분산전원의 급속한 확대는 에너지 공급인프라의 양적확대시대를 지나 효율을 증대시키고 공급안전성을 높이는 스마트그리드의 요소기술로 IEC61850 중요성이 날로 증대되고 있다.

국내 대단위 공장의 전기설비 노후화로 인한 전기설비의 신뢰도가 낮아지고 있어 기존 설비 시스템의 교체 및 개선이 필요한 시점에 신개념의 자동화 시스템을 도입하여 전기설비 및 전력계통에 대한 종합 감시제어 시스템으로 신속한 사고 조치 및 분석, 예방으로 전기사고로 인한 생산차질 방지가 요구되고 있으며, 전력 품질의 안정화와 전력설비의 효율적인 관리를 위하여 전력설비의 디지털화와 이를 이용한 보호, 감시, 제어, 진단 기능의 체계화된 통합구조가 필요하다. IT 산업의 눈부신 발전과 고성능 디지털 보호계전기(지능형 전자장치; IED)가 비약적으로 개발되고 발전되면서 기존의 원격감시제어 시스템과 보호계전 시스템의 통합이 이루어지고 있다.

본고는 IEC61850표준기반의 디지털변전소를 플랫폼으로 하는 자동화시스템을 국내 A공장에 대규모로 구현하여 경제성 분석한 결과를 소개하고자 한다.

2. IEC61850 개요

2.1. 기존변전소의 구조

기존 변전소의 구조는 그림1에서 보는 바와 같이 크게 3가지로 구분된다. 먼저 하위계층은 개폐기와 변류기 및 변성기류로 구성된다. 상위계층은 HMI와 제어소와의 인터페이스를 위한 RTU(원격단말장치)장치로 구성된다. 상위계층과 하위계층 중간에 두 계층을 연결하는 계전기가 존재하게 된다. 이때 상위계층과 하위계층은 직접연결되는 부분과 계전기를 통해 연결되는 부분이 존재하며 모두 구리선(Hardwire)으로 연결되어 있다.

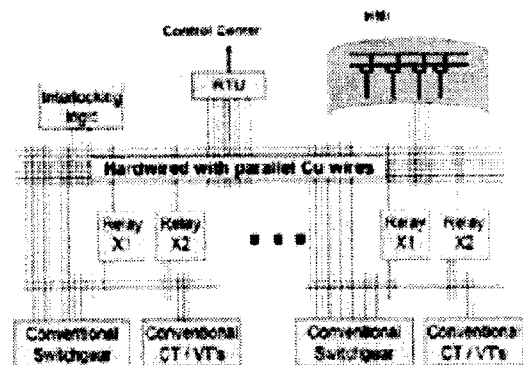


그림 1. 기존변전소의 구조
Fig.1. Conventional Substation

2.2. IEC61850 변전소의 구조

IEC61850은 기존 변전소의 다른 또는 같은 제조업체 간의 장치간의 정보호환성 문제를 해결하기 위하여 상호 운영성, 자유로운 구성, 장기간 안정성에 관한 요구사항을 반영하였고 그림2의 디지털변전소 자동화 기능을 다음과 같이 지원한다.

- CT와 VT의 샘플값 교환
- 보호와 제어를 위한 I/O데이터의 빠른 교환
- 제어신호와 트립신호
- 엔지니어링 및 구성
- 감시 및 관리
- 제어센터 통신
- 시각 동기화등

측정, 상태감시, 자산 운용과 같은 기능도 제공되며 이들 기능은 지능형전자장치(IED)에서 구현된다. 몇몇 기능은 단일 IED에서 구현될 수도 있고, 한 기능이 한 IED에서 구현되고 다른 기능이 또 다른 IED에 의해 호스팅될 수도 있다. IED는 정보교환 메커니즘에 의해 다른 IED 기능과 동등계층으로 통신하여 둘 이상의 IED에 분산된 기능도 구현될 수 있다.

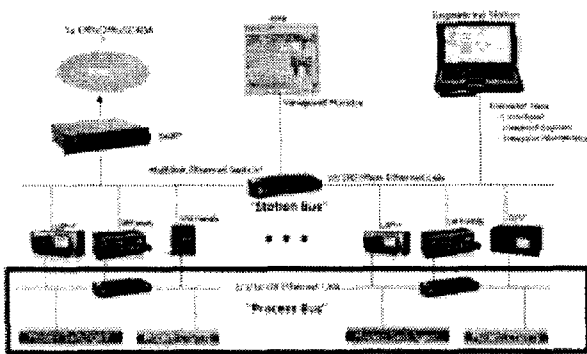


그림 2. IEC61850 변전소의 구조
Fig.2. Digital Substation

2.3. IEC61850의 장점

IEC 61850에서 기술한 기능들은 이해하고 장점을 취하려는 사용자에게 커다란 도움을 준다. IEC 61850 기반의 시스템을 단순히 접근하는 것보다는 이 시스템의 유일한 기능을 취하고 이해하는 사용자는 기존방식보다 커다란 이익을 가져다 줄 수 있다.

가. 정확한 시방

SCL(Substation Configuration Language; 변전소 설정언어)는 전력시스템 및 구성장치의 설정에도 사용될 뿐만 아니라 변전소와 그 장치들에 대한 사용자의 요구에 맞는 정확한 구매시방을 정의하는 데에도 사용될 수 있다. SCL을 사용하면 장비 공급자에 의해 규격이 잘못 해석되는 것을 막아 각 장비가 제공해야하는 정확하고 애매모호함을 막을 수 있다.

나. 설치비 절감

IEC61850은 변전소의 장치로 하여금 각각의 계전기기에 따로따로 전선을 연결하지 않고 스테이션 LAN 상에서 GOOSE와 GSSE를 사용하여 데이터

와 상태 값을 빠르게 교환할 수 있게 한다. 이는 신호에 대한 스테이션 LAN의 데이터 전송 대역폭을 충분히 사용함으로써 전선의 가설비용과 트랜치 공간, 덕트, 전선관 등을 최소로 줄임으로서 건설비용을 대폭 줄인다.

다. 변환기(Transducer) 비용 절감

특정 신호를 요하는 각각의 장비에 있는 구분된 변환기보다는 샘플값(SMV)를 지원하는 단일 통합 장치 즉, 변환기, 전선가설, 정정 및 유지보수비용 등을 절감할 수 있는 단일 변환기를 사용하는 장치로 이러한 신호를 전달할 수 있다.

라. 시운전(Commissioning) 비용 절감

변전소 장치를 구성하고 배치하는 비용은 IEC61850 장치가 기존 장치와 같은 수작업이 필요치 않기 때문에 혁신적으로 줄일 수 있다. 클라이언트 어플리케이션은 장치로부터 직접 해당 포인트 목록을 얻거나 또는 SCL 파일로부터 가져올 수 있기 때문에 접근하려는 해당 포인트에 대해 수동 구성이 더 이상 필요 없다. 대다수의 어플리케이션은 통신에 접속하기 위해 네트워크 주소만 설정하면 된다. 오류와 재작업을 줄이면서 대부분의 수작업은 사라지게 되었다.

마. 장비 교체 비용 절감

IEC 61850은 전력선 상의 데이터에 대한 인코딩보다는 장치의 외형적이고 가시적인 면을 주로 정의하기 때문에 장비 교체 비용이 최소화된다. 한 회사의 제품과 다른 회사와의 동작상의 차이는 최소화되고 어떤 경우에는 차이점이 전혀 없다. 모든 장치들은 변경이 될 경우 같은 방식의 이름을 사용하여 클라이언트 어플리케이션의 재구성을 최소화 한다.

바. 증설 비용 절감

IEC 61850 장치들은 데이터 표현을 위한 구성을 별도로 하지 않아도 되기 때문에 처음 접근하는 장치에 대한 데이터의 표현을 위해 장치를 재구성할 필요가 없이 변전소에 쉽게 장치를 확장 할 수 있다. 이미 존재하는 IEC 61850 시스템에 새로운 장치와 어플리케이션을 추가하는 것은 최소한의 변화만으로 가능하고, 만일 있다면 기존 장비에 약간 있을 뿐이다.

사. 통합(Integration) 비용 절감

장치 산업 전반에 걸쳐 널리 사용되는 것과 같은 네트워킹 기술을 사용함으로써 업체가 지불하는 변전소 데이터 통합 비용은 눈에 띄게 줄어든다. 제어실이나 설계 사무실 어플리케이션에 필요한

데이터를 얻기 위해 수동으로 구성하고 관리되는 비싼 원격단말장치(RTU)를 설치하는데 반해 IEC 61850 네트워크는 통신 말단 장치의 분리나 재구성이 필요 없이 데이터를 전달하는 능력이 있다.

아. 새로운 기능 구현 가능

IEC 61850의 진보된 서비스와 유일무이한 기능이 대부분의 기존 프로토콜로는 불가능했던 것을 간단히 해결한다. 일반적으로 막대한 비용이 소요되었던 광역 보호 기능의 경우 비용은 아주 미미한 수준이 된다. 장치들이 변전소 LAN에 이미 연결되어 있기 때문에 더 많은 장치의 데이터를 접근하고 공유할 때 추가되는 비용은 창의적인 어플리케이션을 가능케 하면서도 거의 없을 것이다.

2.4. DC배선대체(GOOSE/GSSE)

IEC 61850의 논리 구조는 변전소 내 다중의 물리 장치를 분산화 되도록 허용한다. 이러한 분산 노드를 상호 접속하기 위해 빠르고 분산된 그리고 신뢰도가 높은 전송 방식이 필요하다. 이 요구에 만족하는 솔루션이 바로 '일반 객체 지향 변전소 이벤트(Generic Object Oriented Substation Event; GOOSE)'이다. GOOSE는 처음에 UCA의 노력으로 만들어졌는데 이는 오직 이진 상태 정보(이더넷 LAN 상의 가상 DC 배선)만을 전송하도록 설계되었다. IEC 61850으로 이전 하면서 IEC 61850에 몇 가지 필요한 새로운 기능(아날로그 데이터를 직접 전송, VLAN(가상 LAN)을 통한 데이터 전송, LAN 스위칭 장비를 통한 메시지 우선 순위 설정)을 추가하였다.

IEC GOOSE는 UCA GOOSE와 달리 사용자 정의 데이터셋을 전송할 수 있다. 데이터셋은 전압, Watt, Vars, 차단기 상태 등과 같은 계전기에 있는 모든 데이터 객체로 구성된다. 데이터셋에 있는 데이터 항목은 원래의 데이터 항목과 같은 타입(Float 32, Integer 16, Boolean 등)을 전송한다. 전력 흐름을 전송하는 경우 데이터는 공학적 단위를 사용하여 필요한 만큼 여러 장소로 쉽게 전송된다.

2.5. AC배선대체(SMV)


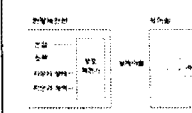
IEC 61850에서 중요한 요소 중 하나는 전압, 전류 및 상태 측정값을 얻는 프로세스와 변전소의 보호 및 제어 장치 간의 인터페이스를 제공하는 것이다. IEC 61850은 인터페이스를 프로세스 버스로 정의하며, 전압과 전류의 샘플을 이더넷 통신 채널을 통하여 어떻게 전송되는지를 정의한다.

이 인터페이스에 대한 일차 입력 장치는 전류 및 전압 변성기(Transformer)이며 프로세스 버스

의 개념은 광범위한 응용에 쓰인다. 만일 구리선을 현장에 설치하는 것을 없애는 것이 목적이라면 변전소 내 원시 프로세스 정보를 디지털화 해서 일차 장비에서 이 정보를 필요로 하는 장치 간에 디지털로 전송하는 것이 필요할 것이다. 이는 변전소 내 대부분의 이진 정보(ON/OFF) 뿐만 아니라 전통적인 CT나 VT에도 적용된다. 이러한 능력은 프로세스 버스 개념의 핵심적인 사항이다. 프로세스 버스(IEC61850 Parts 9-1 & 9-2)의 현재 규격은 전자식변성기 ECT 및 EVT를 사용하는 응용 사례를 보여주고 있다.

3. IEC61850의 경제성분석

IEC61850기반의 변전자동화를 국내 A공장에 구현하기 위하여 IED로 GE UR계전기를 사용하였으며 기존 Hardwire방식과 IEC61850 변전소의 경제성을 비교, 분석하기 위한 전제조건과 결과는 다음과 같다.

구분	기존 변전소	IEC61850변전소
주 자 재	보호계전기 + 신호변환기 + PLC	IEC61850적용 보호계전기
자동화 엔지니어링	시스템 도서작성 + 계전기 조정작업 + HMI S/W작업 및 시운전	시스템 도서작성 + 계전기조정작업 + HMI S/W작업 및 시운전
시 공 비	케이블 자재 + 제어케이블 포설 + 단말처리 인건비	네트워크 장비 + 광케이블 포설 + 단말처리 인건비
구 성 도		

- 근거자료

현장에서 제어실까지의 거리는 130m이며 가격은 현장 협력사의 시공가격자료를 근거하였음.

- A공장감시 I/O수량 및 경제성비교(단위 만원)

구분	Main I/O				Sub I/O			합계
	DI	DO	AI	Total	DI	DO	Iota	
154KV GIS/O수	414	61	38	513	127	56	183	696
22.9KV CGIS/O	135	258	335	2106	645	258	903	3009

구분	기존변전소		IEC61850변전소	
주자재	97,710	44.5%	64,200	43.9%
엔지니어링	67,790	30.8%	71,390	48.9%
시공비	54,206	24.7%	10,513	7.2%
합계	219,706		146,103	

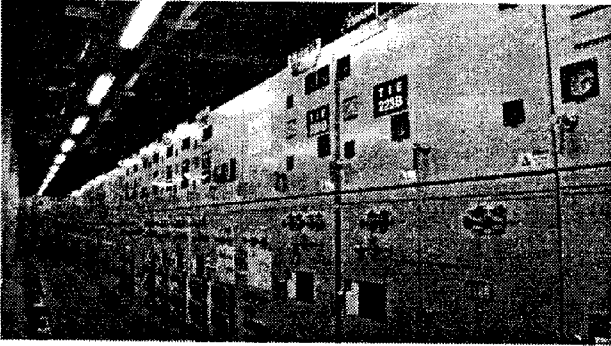


그림 3. A공장의 IEC61850 적용
Fig.3. Field Application of IEC61850

- (1) IEC61850기반의 전력자동화시스템(구현부문) 기술개발 최종보고서, 삼성물산(주) 건설부문/ YPP디지털(주), 2009.5
- (2) IEC61850기반의 전력자동화시스템(이론부문) 기술개발 최종보고서, 삼성물산(주) 건설부문/ 명지대학교, 2009.1
- (3) KSC IEC61850 변전소통신 네트워크 및 시스템, 2005

경제성 분석결과 기존변전소 대비 33%(7억3천만) 경제성이 있음을 알 수 있다. I/O Point와 현장포설길이에 따라 주자재 및 시공비의 경제성이 좌우될 수 있으나 일반 변전소와 제어실 간은 약100m이상이므로 경제성은 충분히 있으며 상기 사례는 케이블의 물리적 공간(덕트, 트렌치)비용이 배제 되어 있으므로 추가 비용 절감 효과가 기대된다. 향후 설비운영자의 유지보수 및 확장시 투자비절감이 가능하다.

기술적 측면에서 소프트웨어에 의한 유연한 기능구현이 가능하므로 하드웨어 대체 효과가 있다. 시공 및 시운전시 케이블의 오결선을 방지하여 사고를 예방할 수 있으며 노이즈 및 전자파 등에 영향을 받지 않으므로 신뢰성이 있는 전력시스템이 될 것이다.

4. 결 론

국내현장 사례분석을 통하여 IEC61850은 보호계전기의 입출력신호를 IEC61850에서 정의된 데이터모델(Logical Node; LN)로 구현하여 여러 가지 접속장치 및 케이블 수량을 감소시킬 수 있으며, 시스템의 복잡성을 해결하여 경제성 있는 변전소를 건설할 수 있음을 입증하였다. 또한 IEC61850이라는 개방형 통신국제표준에 근거한 시스템을 구현함으로써 서로 다른 제조업체의 장비들 간의 상호호환성으로 인해 설치, 유지보수의 용이성, 비용 및 시간절감이라는 경제적 효과를 도모할 수 있다. 그리고 전력설비 구성장치들 간의 상호운용능력 향상으로 전력설비의 고장 발생 전에 예방보수가 가능하고 고장 발생 시에도 정확한 원인분석을 통하여 신속한 복구가 가능하다.

이를 통하여 수용가에게 경제성과 신뢰성이 확보된 스마트 전력시스템을 구축할 수 있을 것으로 기대된다.