

IT화 변전소의 발달전망과 기술규격의 표준화에 대한연구

김 일 동* 진 용 우** 장 병 태*** 정 길 조***
두원공과대학* 명지대학교** 전력연구원***

The Future Prospective and Standardization of The Substation Automation
by Information Technology

Il-Dong Kim* Young-Woo Jin** Byung-Tae Jang*** Gil-Joo Jung***
Doowon Technical College* Myoungji University** Korea Electric Power Reseach Institute***

Abstract - 마이크로 프로세서 기술, 센서기술 및 정보통신 기술의 눈부신 발전과 더불어 변전소의 자동화 정도도 발전을 거듭하여 왔다. 그러나 통신 문제에 있어서는 구성품을 제작하는 업체마다 통신 규약이 다를 수 있어 이렇다할 통일된 방법이 없던 터이었다. 최근에는 본격적인 변전소 자동화를 위한 변전소내 정보 통신을 위한 국제규격 통신 프로토콜 IEC 61850이 제정되면서 본격적인 변전소의 진 디지털화가 진행되고 있다. 이에 본 논문에서는 앞으로 진행 되어질 변전소 IT화에 대한 전망과 예상되는 문제점을 분석제시하고 관련기기들의 개발 진행속도를 고려한 바람직한 표준화 단계를 연구 제시하였다. 아울러 변전소 IT화에 따른 긍정적인 면과 부정적인 면도 검토제시 하였다.

변전소 IT화는 매우 좋은 기회를 맞이하고 있다. 이에 본 논문에서는 국내 변전소시스템을 국제 규격에 맞도록 기술규격을 정하되 실용성 있도록 향후 2017년 까지 총 4단계로 나누어 시행하는 방안을 제시하였다.

아울러 지금까지의 R & D노력에 대한 현황과 향후에 대두될 것으로 판단되는 문제점 및 변전소 IT화시 장단점 등도 소개하여 시스템 개발전략 수립시에 참고할 수 있게 하였다.

● 키워드 : 변전소, IT화, IED, 통신 프로토콜

1. 서 론

변전소는 전력계통의 주요 구성 요소들이 연결되는 장소이다. 그만큼 전력유통에 필요한 설비들이 많이 모여 있고 따라서 계통운영에 필요한 정보들이 많이 존재하는 곳이다. 그 동안도 오래전부터 SCADA시스템의 도입과 디지털 보호·제어장치들이 등장하여 많은 부분이 자동화, 무인화 되어 있다. 정기적인 순회점검시기이외에는 자동화로 운전되고 있는 것이다.

이제까지의 자동화는 주로 기존기능을 디지털화 하면서 통신기술을 이용하여 원격 감시, 제어 및 정보취득을 한 것이다. 이것만으로도 보다 더 먼 과거시대 보다는 변전소 운전 및 전력계통운영에 편리한 기하게 되었다. 그러나 아직도 더 요구되는 사항들이 많이 있다. 예로서 설비 상태를 보다 더 차원 높게 진단하여 고장전에 보수하게 한다든지, 계통 여건 변화에 적용한 보호·제어 기능 구현 및 지능적으로 계통을 복구시킬 수 있게하므로 전력설비 및 계통을 편안하게 지속속으로 이용할 수 있도록 하는 기능들이 필요하다.

이렇게 하기 위하여는 더 다양하고 자세한 데이터 및 정보들이 변전소 현장에서 채집되고 가공되어 이용되며 원격에 있는 중앙 감시장치인 EMS나 SCADA공급될 수 있어야 한다. 각 변전소 마다 가치있는 정보들을 취득하고 가공하여 이용하는 시스템 즉 정보기술 기능이 뛰어난 시스템이 요구되는 것이다.

그 동안 국내에서는 변전소 디지털화를 위한 R & D활동과 시범사업 등이 있었으나 실용화를 이루지 못했다. 그러나 최근 변전소내 정보통신을 위한 국제규격 IEC 61850이 제정되었고 마침 정부에서도 전력시스템 IT화를 통하여 전력산업분야에 발전을 모색하는 시점이어서

2. 지금까지의 국내 변전소 IT화

2.1 종합보호·제어 시스템(IDPACS) 개발 Project

재래식 아날로그 시스템을 디지털화하는 국내 최초의 변전소 IT화 과제가 IDPACS(Integrated Digital Protection and Control System)라는 이름으로 1989. 4부터 한전전력연구원에서 시작되었다. 주 핵심내용은 보호 및 제어장치를 디지털화하는 것과 변전소내 정보통신 기술이었다. 이 당시 통신 규격은 10Mbps 토큰버스를 이용한 IEEE 802.3 통신표준을 이용하였다. 순수 국내 기술로 연구개발에 도전하였다. 1단계에서는 시제품을 제작하여 한전의 실제용 변전소에 병렬로 연결하여 약 1년 동안 시운전을 하였었다(1).

그 후 1993 -1996 에는 제 2단계로는 실제적용을 목적으로 중전기업체와 컨소시엄 형태로 정부지원금을 이용하여 과제를 추진하였으며 이때에는 여러 가지 센서들을 적용하였었다. 시제품을 실증하기위한 시연회도 개최되었었으며 한전에서는 실제용 시사용을 약속한바도 있었으나 그 후 IMF사태로 인하여 중전기 업체의 기술개발조치가 해산되면서 결국 실용화 결실을 보지 못하게 되었다.

기술을 보유한 인력들이 분산되었고 시스템 사용자도 의욕을 가질 수 없어 더 이상 진전되지 못했다.

2.2 변전소 자동화 TFT활동과 시범 Project

1999. 5부터는 한전을 중심으로 중전기 업체 및 배전반업체들로 구성된 변전소 자동화 태스크 포스(TFT)활동이 활발히 전개되었다. 그 결과 당시에 변전소 자동화 시스템으로 가장 바람직한 기술규격을 선정하였으며 그 규격에 의한 시스템을 구입하여 2003. 3부터 2004. 12까지 시범적으로 154kV 대방 및 독산 변전소에 시운전을 하게 되었다. 이 시스템은 디지털 계전기를 사용하고 통신 규약으로는 그 당시 여러 업체들이 공통으로 사용하기에 편리한 DNP3.0프로토콜을 채택하였으며 10/100Mbps 이더넷을 이용하였다. 이 시스템의 구조는

통신제어장치가 대부분의 변전소 데이터를 저장 관리하고 있어 이 장치의 고장시 미치는 영향이 크다는 약점이 내재되어 있다. 1차 설비(프로세스 레벨 설비)들로부터의 데이터는 재래식과 같이 케이블을 이용하여 보호·제어반으로 공급되며, 그 다음 단계로의 정보유동은 소내 통신 네트워크를 이용하여 변전소 제어 감시에 이용된다.

이 시스템의 재래식 시스템과의 차이점은 배전반에서 1차 설비까지는 재래식과 동일하나, 배전반이후 중앙장치까지가 모두 디지털화 된 것이다. 그 동안의 시운전에서는 직접차단에 연결하지는 않고 병렬로 운전한것이나 성공적이라는 평가를 얻었다.

3. 앞으로의 국내 변전소 IT화

3.1 변전소 IT화 관련 환경 변화 및 국내 R&D활동

한전에서는 변전소를 IT화해서 투자비를 줄이고, 보다 더 많은 기능들을 창출하여 총체적 운영비를 감소시키려는 노력으로 앞에서 시범사업용으로 병렬 시운전하던 시스템을 앞으로는 실재통에 직접 연결하여 시운전하려고 하고 있다.

한편으로 국제전기위원회에서는 최근에 변전소 IT화를 위한 변전소내 통신을 위한 프로토콜인 IEC 61850을 제정공포하였다. 따라서 국내에서도 이를 적용한 새로운 시스템 개발 및 적용이 산업체의 국제 경쟁력 확보면에서 필수적이어서 이를 적용하기 위한 다음과 같은 활동들이 활발하게 진행되고 있다.

- ① 새로운 변전 자동화 시스템용 기술규격 연구
- ② IEC 61850의 국내 표준화를 위한 조사연구
- ③ 국내 중전기 업계의 IEC 61850에 대한 조사연구
- ④ 전력시스템 IT화를 위한 국가전략 과제 기획

은 한전에서 차기에 도입하고자 하는 변전소 시스템에 대한 기술규격을 정하는 것이고, ②는 기술표준원에서 국내 기술기준을 국제기준과 동일한 수준으로 가져가기 위해서 방대한량의 IEC 61850 문서를 이해하고 한글 규격화하는 작업인 것이다. ③은 새로운 변전소내 통신 규약을 이해하기 위한 노력으로 각 중전기 업체 요원들이 나름대로 규격을 입수하고 세미나등에 참석하면서 기술을 습득하는 활동이다. 끝으로 ④번은 국가차원에서 국내 전력 시스템을 IT화함으로써 국가산업 발전에 기여 할수 있는 프로젝트를 도출하기 위한 활동으로서 산업자원부에서 주도를 하고 있다[3].

이와 같이 국내 변전소 종합IT화에 대한 환경과 전망은 그 어느 때 보다 고조되어있고 밝으며 또 국제적으로도 개발투자에 매우 적당한 시기에 있다고 본다.

3.2 변전소 소내 정보 통신 규약 IEC 61850

변전소용 통신규약으로는 DNP 와 UCA 및 기타 여러형태가 있었다. 그러나 이들이 가진 주 약점은 여러 다른 제작자의 장치들 간에 통신을 원활히 할 수 있어야 하는 장치간 운영성(Interoperability)이 떨어지고 있는 점이있다. 이에 선진국의 중전기업계 기술진들이 UCA를 기반으로 해서 약점들을 대폭적으로 개선하여 국제기준화 한 것이 IEC 61850이다.

IEC 61850은 변전소의 모든 데이터 및 정보를 디지털화하고 이것을 통신 채널을 통하여 연결해서 변전소내

어느 장치에서도 양방향 통신으로 정보들을 이용할 수 있게 마련되어있다. 따라서 1차설비 즉 변압기, 차단기 등의 스위치 야드설비에도 광통신선과 같은 통신선로 하나만 연결되면 운전·제어가 가능하게 되며 이제까지 사용하던 제어용 케이블이 필요 없게 된다. 물론 통신 규격이 이런 것을 다 되도록 해주는 것은 아니며 이렇게 될 수 있도록 1차설비들도 모든 데이터를 디지털로 주고 받아 실행시킬 수 있도록 콤팩트화 된 하드웨어로 개발되어야 한다. 마치 요즘 개인들이 휴대폰을 지니고 다니면 어떤 통신도 가능하게 되는 것처럼 변전소의 모든 설비 및 장치들이 양방향 통신 가능하도록 구비되어야 하는 것이다. 그리고 모든 제어·조작 활동이 과거의 배선(wiring) + 신호(Signal)차원이 아닌 순수한 정보처리 차원이기 때문에 엔지니어링과정이 지금까지와는 매우 달라지게 된다.

따라서 IEC 61850을 이용한 변전소 자동화를 이루기 위해서는 변전소의 거의 모든 설비 및 장치들이 새롭게 변신되어야 하며 이러한 이유에서 산업계에서도 변전소 IT화에 상당한 기대를 걸고 있다.

4. IT화 변전소 기술규격 표준화 방안

4.1 기본방안

앞서 언급한 바와 같이 IEC 61850을 기반으로 한 변전소 IT화를 구현하기 위해서는 많은 설비들이 새롭게 개발되어야 한다. 변전소 레벨 장치로서 중앙제어용 컴퓨터 설비 및 통신 네트워크 시스템, 베이 레벨(Bay Level)장치로서 각종 IED들, 프로세스 레벨장치(변전소 1차 설비)로서 전압·전류통합 유니트 및 각종 설비용 IED 및 구동장치들이 있어야 한다.

그런데 이런 것들이 다 새로이 개발되기 까지 기다려서 변전소를 IT화 한다면 총력을 기울여도 5년 이상은 소요될 것이다. 이렇게 되는 경우 이 분야의 국내 산업이 국제적으로 그 만큼 뒤떨어지게 될 것이다. 따라서 단계별로 IT화 하는 것을 기본방안으로 하고 다음과 같이 IT화된 변전소들이 서로 연계될 수 있는 단계까지 4단계로 나누어 시행하는 방안을 제시한다.

- 1단계 : 베이-레벨 이상까지만 IT화
- 2단계 : 일부 1차설비 IED화
- 3단계 : 모든 1차설비 IED화(Full Digital)
- 4단계 : 변전소들 간의 연계 Network구축

이렇게 하는 이유는 기술 표준화를 정할 때 너무 현실성이 없으면 구현하기가 곤란하고, 또 현실성에만 맞추다 보면 기술 진보성이 떨어지기 쉽기 때문이다. 따라서 기술 표준화의 양면을 고려하여 단계에 맞추어 업그레이드 시킨다면 바람직한 결실을 이룰 수 있을 것으로 본다.

4.2 제 1단계 - 베이레벨 이상 IT화

그림-1과 같이 베이레벨의 제어 및 보호 IED이상은 디지털화하여 통신으로 연결하고 그 이하 프로세스 레벨은 제어케이블을 통한 아날로그 시스템으로 재래식과 동일한 시스템을 그대로 이용하는 것이다. IED개발비용에 약 2년 소요 예상된다.

4.3 제 2단계 - 일부 1차설비 IED화

2단계는 1차 설비중 일부가 디지털정보로 송수신 가능한 IED형태로 개발된 경우에 해당되는 변전소이다. 예상

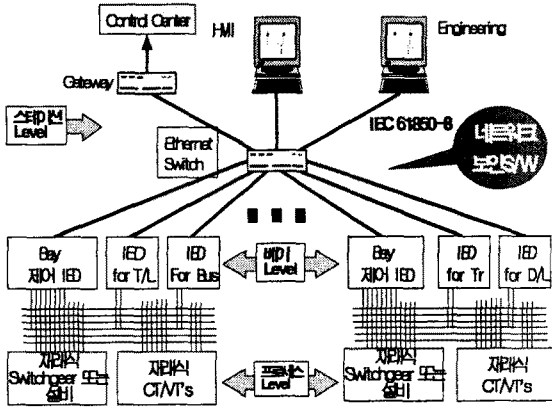


그림 1 제 1단계 IT화된 변전소 구성도

되는 것으로는 비 재래식 전압, 전류 변성기가 한 유닛 안에서 시각 동기된 상태로 샘플링 된 후 디지털 상태로 소모되는 곳으로 전송된다. 구성은 그림-2와 같으며 1단계 이후 개발에 소요되는 추가 기간은 약 2년으로 예상된다.

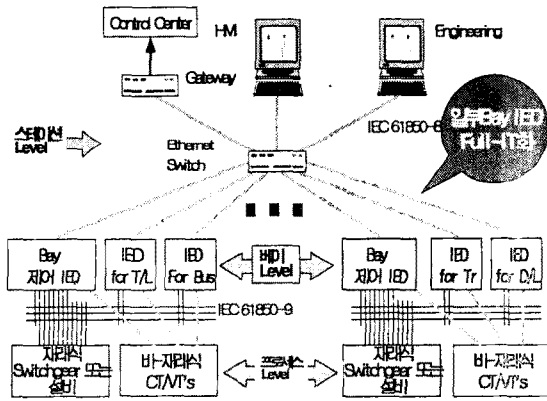


그림 2 제 2단계 IT화된 변전소 구성도

4.4 제 3단계 - Full 디지털화

프로세스 레벨의 모든 설비도 IED기능이 있어 변전소의 모든 설비들이 양방향 디지털 통신을 할 수 있게 되는 변전소이며 그림-3과 같은 구조를 가지며 2단계와 다른 것은 통신용 프로세스 버스가 존재하는 것이다.

4.5 제 4단계 - IT화 변전소 네트워크화

Full IT화 된 변전소를 네트워크화해서 변전소의 정보를 최대한 활용하여 전력 계통운용 안정화 및 최적화에 이용할 수 있게 하는 단계이다. 그림-5를 이를 나타낸다. 사실상 이 단계는 변전소 IT화 라기 보다는 전계계통의 Full 네트워크화라 할 수 있으며 통신 기술이 더욱 중요시되는 단계이다.

5. 변전소 IT화의 긍정적인 면과 부정적인 면

변전소를 IT화 하면 수많은 정보들이 취득 가공되어 변전설비 및 전력계통을 최적운용하여 전력사업의 경영효율을 극대화시킬 수 있는 긍정적인 면과 관련산업과 기술분야의 지대한 발전이 기대된다. 그러나 한편 이러한

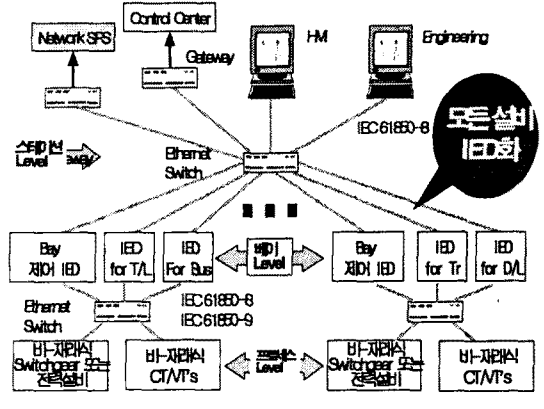


그림 3 제3단계 IT화된 변전소 구성도

과정에서 필연적으로 개발 사용되어질 스위치 야드 및 옥외에 설치된 IED나 각종 센서장치의 많은 전자회로들의 신뢰도가 낮은 경우 이들의 고장이 미치는 영향이 예상외로 커질 수 있다는 점은 상당한 기간동안 부정적인 요소가 될 것이다.

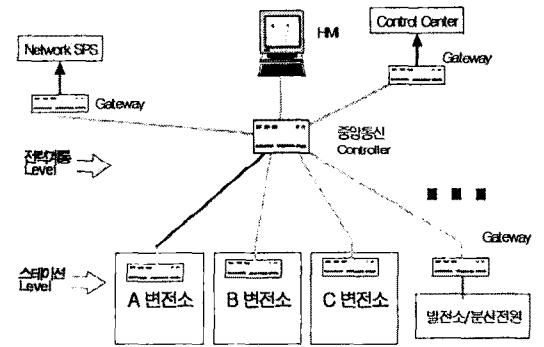


그림 4 제 4단계 네트워크화 된 IT변전소계통도

6. 결 론

국제규격에 맞는 국내 IT화 변전소 기술규격을 표준화하는 방안을 4단계로 제시하였다. 따라서 대략 매 2년마다 새로운 기술 표준을 제정 및 업 데이트하여 국내의 중전기 산업이 국제화에 발돋움 할 수 있도록 기준을 표준화 하여야 하겠다.

특히 시스템 연구 개발시 고려해야 할 것은 이렇게 IT화 된 정보들을 최대한 활용하여 부가 가치를 높이기 위한 기술개발활동 즉 여러 가지 기능들을 지능화해서 전력 시스템을 최대한 안정화하고 최적화해서 전력시스템 경영에 획기적인 기여를 해야 할 것이 필요하다.

[참 고 문 헌]

- [1] "변전소 보호-제어를 위한 디지털 시스템 개발", 1992. 9 한전전력연구원 연구보고서
- [2] " 변전소 종합보호제어 시스템 설계 및 제작기술" 1996. 12. 한전전력연구원 연구보고서
- [3] "전력IT 연구 기획 보고서" 전력IT 기획단, 2005. 6
- [4] Il-Dong Kim, "Experiences and Future Prospects on the Digital Relay Application and Substation Automation" IEEE/PES T&D Conference and Exhibition 2002: Asia Pacific. 2002.