

154kV급 실증시험용 인텔리전트 변전소 구축

정영환*, 김민수*, 김정배*, 이학성*, 최인혁**, 이동일**
 *(주)효성, **한전 전력연구원

Construction of 154kV Intelligent Substation for Verification Test

Y.H.Chung, M.S.Kim, J.B.Kim, H.S.Lee, I.H.Choi, D.I.Lee,
 HYOSUNG, KEPRI,

Abstract - We have carried out the construction of the 154kV intelligent substation with KEPRI. The intelligent substation is built in Gochang testing facility of KEPCO and consists of electronic instruments for GIS(gas insulated switchgear), digital control panel, remote monitoring and diagnosis system, and digital relay system. Rogowski coil type CT(RCT) and capacitive voltage divider(CVD) are introduced compared with the instrument transformer of conventional type. Digital control panel(DCP) replaces the LCP(local control panel) which is driven for mechanical operation. For the monitoring of the condition of GIS and TR, various sensors are used. In this paper, we mention the synopsis and report the progress state of project.

1. 인텔리전트 변전소의 필요성

이미 대부분 국가의 전력계통은 갈수록 그물망처럼 얽혀지고, 수요가 늘어나서, 전력회사의 한정적인 운영인원만으로는 전체의 계통을 통제할 수 없는 수준에 가까워지고 있으며, 변전소가 대부분 산악지역 등에 위치하여 변전소에 상주할 수 있는 전문인원을 충원하는데 어려움을 겪고 있다. 또한, 공업시설이 집중된 지역에서 계통사고가 발생할 경우, 사고파급에 의한 여파가 심각하여 전력회사에 천문학적인 피해보상을 요구하고 있는 실정이다.

따라서, 국외의 전력회사들은 이러한 주요시설이 집중된 지역의 변전소 및 기간 변전소에 예방진단시스템을 도입하여 전력기기의 수명을 예측하여 계통사고를 미연에 방지하고자 노력하고 있으며, 동시에 원격감시시스템을 적용하여 소수의 인원이 도심지내에 위치한 본사에서 수십개의 무인변전소를 감동·운영하고 있다. 또한 보호계전방식도 디지털릴레이를 적용하여 좀더 안정적인 계통보호시스템으로 나아가고 있다. 결국 예방진단시스템, 원격감시시스템, 디지털보호계전시스템의 도입은 전체 계통의 무인화·디지털화를 유도하고 있으며, 각 변전소간의 네트워크도 인터넷기반으로 바뀌면서 기존의 변전소는 서서히 환경친화적인 인텔리전트형 변전소로 변모할 것으로 판단된다.

이러한 흐름에 맞춰 ABB, AREVA, Siemens 등 선진 증진기메이커들은 기존에 전력기기만을 생산하던 시절에서 벗어나서, 예방진단시스템, 원격감시시스템 개발에 박차를 가하고 있으며, 이미 개발된 축소형·저소음·환경친화적인 GIS 및 변압기 등에 적용시켜 시장에 적극 홍보함으로써 각국의 전력회사들로 하여금 자사제품에 대한 구매욕구를 불러일으킬과 동시에 후발 동종업체들과의 격차를 벌려나가고 있다.

현재, 국내에도 PL법이 발효되면서, 한전의 입장에서 계통사고 역시 큰 부담이 되고 있으나, 일부 기간 변전소에만 부분적인 예방진단시스템이나 디지털보호계전시스템이 적용되어 있을 뿐이며, 아직까지도 대부분의 변전소는 전력기기의 사고에 무방비상태이다. 또한 기존의 초고압 변전소는 사람들에게 혐오시설로 인식되어 인근 주민들과의 마찰이 빈번한 실정이다.

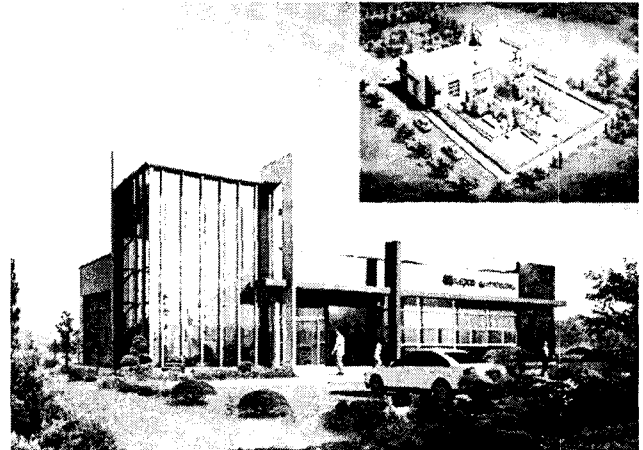
지금까지 국내에서도 많은 관련분야의 연구원들이 예방진단시스템이나, 원격감시시스템에 관한 연구 또는 적용을 시도하였으나, 국내의 변전분야에 관한 연구는 이론적연구와 시뮬레이션 수준이며, 이미 개발된 예방진단시스템이나 원격감시시스템도 대개 디지털 전자회로로 구성되어, 실증시험없이 초고압 전력계통에 직접 적용하기에는 많은 위함요소가 존재한다. 따라서, 이러한 시스템을 도입하기 위해서는 실제통하에서 실증시험을 거칠 필요가 있으며, 실증시험의 효과를 극대화하기 위해서는 단일 변전소를 기기부터 네트워크까지 하나의 디지털 시스템으로 구성해야만 원활한 운영을 이룰 수 있을 것으로 판단되어 본 사업을 추진하게 되었다.

따라서, 본 논문에서는 (주)효성에서 추진하는 차세대 변전기기 실증시험용 인텔리전트 변전소 구축에 관련된 사업개요 및 현재까지의 진행상황을 설명한다.

2. 본 론

2.1 사업개요

본 사업은 산업자원부에서 자금을 지원하고 전력연구원어 주관하여 추진하는 전력산업 인프라조성사업내에서 추진되는 '신송전 실증시험선로 및 변전설비 구축사업'으로써, (주)효성은 인텔리전트 변전소의 토목/건축공사 및 변전기기의 설계부터 제작/설치까지 Turn-key로 납품예정이며, 본 변전소는 전북 고창에 위치한 한전 전력시험센터 부지내에 설치될 예정이다.



<그림 1> 154kV 고창시험센터 변전소 조감도 (1)

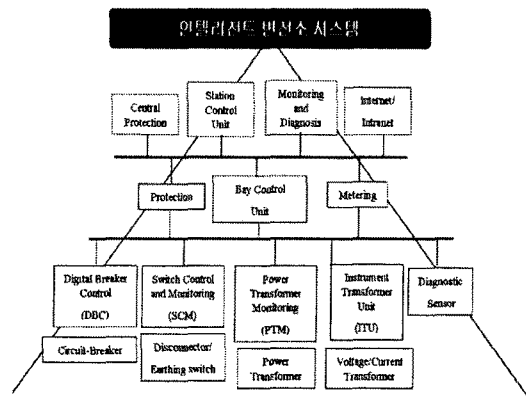
2.2 154kV 고창시험센터 변전소 사양

고창시험센터 변전소의 기기정격 및 사양은 한전 표준 154kV 변전소 사양을 토대로 구성하였으며, 인텔리전트 시스템에 관련된 사양은 신규 제정된 IEC규격들과 해외 변전소 벤치마킹자료를 바탕으로 구성하였다. 또한, 기존 변전소와의 비교를 위해 GIS 3 Bay 및 변압기 1 Bank는 기존 Conventional type 변전소의 형태와 동일한 사양으로 제작된다.

- 제어소 층수 : 1층
- 제어소 구성 : 중앙감시실, 전장Panel실, 회의실 등
- 170kV 50kA GIS : 4 Bay (#2.TR Bay: Intelligent type)
- 154kV 45/60MVA MTR : 2 Bank (#2.MTR: Intelligent type)
- 25.8kV 25kA C-GIS : 9 cct (Bay controller 적용)
- 전장Panel : 1 Set
- SCADA 시스템 : 1 Set (Station controller 적용)
- 전차식 변성기 시스템 : 1 Set

2.3 인텔리전트 변전소 시스템의 구성

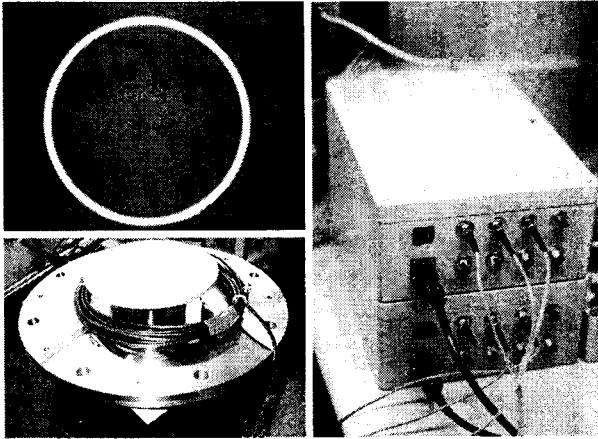
일반적인 인텔리전트 변전소의 구성도를 그림 2에 나타내었다. 본 변전소의 구성은 크게 최하위의 베이 레벨(Bay Level), 중간단계인 프로세스 레벨(Process Level), 최상위단계인 스테이션 레벨(Station Level)로 나누어지며, 각 레벨에 해당하는 주요 구성기기에 대해서는 아래에 설명하였다.



<그림 2> 인텔리전트 변전소 시스템 구성도

2.3.1 전자식 변성기의 적용

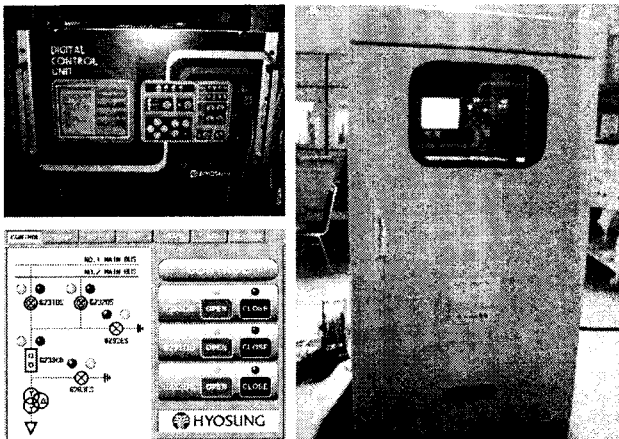
그림 2에서 Instrument Transformer Unit(ITU)에 해당하는 것이 전자식 변성기(Electronic Instruments)이다. 전자식 변성기는 기존의 철심형 CT와 PT의 단점을 극복한 로고스키코일형CT(Rogowski coil type CT, 이하 RCT), Capacitive Voltage Divider(이하 CVD)가 있으며, RCT와 CVD의 출력을 받아 디지털 릴레이에 데이터를 보내는 역할을 담당하는 Merging Unit(이하 MU)이 있다. RCT와 MU, CVD와 MU간 통신은 Modbus방식으로 이루어지며, MU와 디지털 릴레이간 통신은 Ethernet방식으로 이뤄진다. 이번 고창시험센터 변전소에는 170kV GIS 1 Bay(#2.TR Bay)에 RCT가, 모선구간에는 CVD가 적용된다. 사양은 IEC규격 60044-7과 8에 따른다.



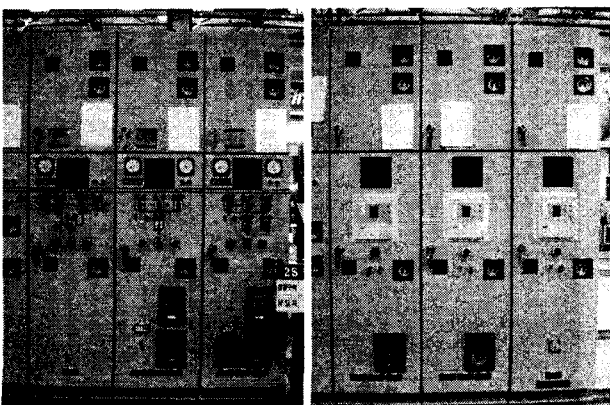
〈그림 3〉 170kV GIS용 전자식 변성기(左上:로고스키코일,左下:CVD)

2.3.2 Bay Controller의 적용

Bay Controller는 그림 2에서 Digital Breaker Control(DBC) 및 Switch Control & Monitoring(SCM)에 해당하며, 기존의 LCP(Local Control Panel)를 대체하게 된다. 170kV GIS에는 GIS용 Bay controller인 DCU(Digital Control Unit)를 취부하기 위해 디지털 컨트롤 판넬(Digital Control Panel, 이하 DCP)을 구성하였으며, 또한 25.8kV C-GIS에도 Bay Controller를 적용하여 sequence 시험을 모두 완료하였다. Bay Controller는 통신으로 제어할 수 있으며, Ethernet 방식으로 구성되어 기존 변전소의 Hardwiring 방식에 비해 케이블 수량이 대폭 줄어드는 효과가 있다.



〈그림 4〉 170kV GIS용 Bay controller(左上)와 DCP(右)



〈그림 5〉 25.8kV C-GIS용 Bay controller 적용전(左)과 후(右)

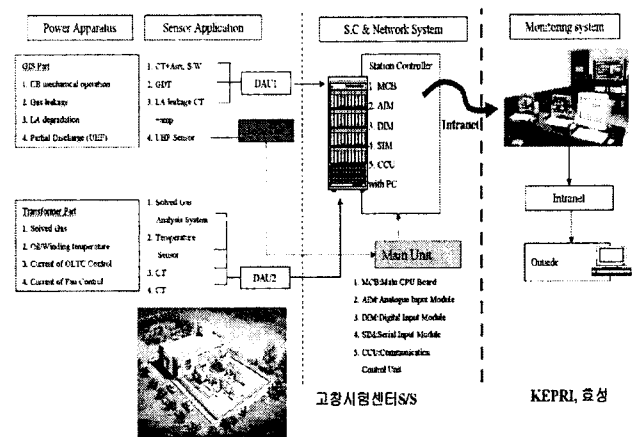
2.3.3 예방진단시스템의 적용

그림 2에서 Power Transformer Monitoring(PTM)과 Diagnostic Sensor에 해당하는 것으로써 170kV GIS 1 Bay 및 154kV 변압기 1 Bank에 예방진단시스템이 적용되며, 표1과 같은 진단항목을 가지고 있다. 표1의 사양과 같이 각 센서에서 측정된 아날로그 신호(4~20mA) 및 디지털 신호(On/Off)는 프로세스 레벨에 해당하는 GIS용 또는 변압기용 DAU(Diagnostic Analysis Unit)에 보내지며, DAU에서는 이 신호들을 취합하여 통신으로 스테이션 레벨의 Station Controller에 보내게 된다.(그림 6 참조)

〈표 1〉 인텔리전트 변전소 예방진단 항목 및 센서사양

	항목	적용 센서	사양
GIS	부분방전 (고장점 표정)	UHF센서(내장형)	주파수대역:500~1500MHz 감도:-20dBm이상(@5pC)
	피뢰기 열화감시	누설전류 측정용 CT	전누설전류, 제3고조파분 측정 및 Surge Count 기능 출력:RS-485 통신
	SF ₆ 가스누기 (고장점 표정)	Gas Density Transmitter	측정범위:-760mmHg~9kg.f/cm ² 오차 : 3%이하
	CB, DS, ES 동작감시	trip 및 closing coil 전류 측정용 CT	출력:4V(@20A) ※ open/close 상태 : Bay Controller digital output
MTR	절연유 열화	HYDRAN	측정범위 : 0~100%(수분), 0~2000ppm(가스)
	절연유 온도	Temperature	측정범위 : 0~160℃
	권선 온도	Transducer	오차 : ±3℃
	냉각팬 운전상태	AC CT	측정범위 : 10mA~80A
	OLTC 운전상태		출력신호 : AC 0~4V

인텔리전트 변전소 예방진단 시스템 구성도



〈그림 6〉 예방진단시스템 구성도

2.3.4 전자식변성기용 디지털 릴레이의 적용

고창시험센터 변전소는 전자식변성기용 디지털릴레이가 적용된다. 기존의 디지털 릴레이는 수A의 전류신호를 받도록 설계되어 전자식변성기와는 호환이 되지않는다. 따라서, ㈜효성에서는 전자식변성기의 입출력 특성에 맞춰 새롭게 개발된 디지털 릴레이를 설계/제작하였다.

2.4 향후계획

고창시험센터 변전소에 설치될 GIS, MTR, C-GIS 및 제어반 제작을 완료하였으며, 변전소 토목/건축/전기 설계가 완료되어 공사도면 설계가 완료되었다. 현재, 한전 전력연구원으로부터 인텔리전트 변전소 사양서를 승인 받아, 토건공사가 진행중이며, 9월경에 준공검사까지 완료할 예정이다.

3. 결 론

지금까지 ㈜효성에서 추진하고 있는 인텔리전트 변전소 구축사업에 대하여 소개하였다. 앞에서 밝힌 바와 같이 인텔리전트 변전소는 예방진단시스템, 원격감시시스템, 디지털보호계전시스템이 하나로 통합된 시스템이므로, 모든 시스템이 맞물려 원활하게 운용될때 비로소 인텔리전트 변전소라 할 수 있을 것이다.

본 사업을 통해 국내 최초로 차세대 변전기기 실증시험용 변전소가 완공되면 상기 인프라를 활용하는 연구개발 Roadmap을 확정한 후 국내 중전기 발전을 위한 시험설비로 활용할 예정이다.