

154kV 인텔리전트 변전소 구축

김정배*, 정영환*, 송원표*, 최인혁**, 김정호**, 이동일**, 고희석**
(*주)효성, (**한전 전력연구원, (**경남대

Intelligent Substation Construction of 154kV Class

J.B.Kim, Y.H.Chung, W.P.Song, I.H.Choi, J.H.Kim, D.I.Lee, H.S.Koh
HYOSUNG, KEPRI, Kyoungnam Univ.

Abstract - We perform intelligent substation construction of 154kV class with KEPRI. The intelligent substation is build in Gochang 765kV testing facility and consists of electronic instruments, digital control panel, remote monitoring and diagnosis system, and digital relay system. Rogowski coil type CT(RCT) and capacitive voltage divider(CVD) are applicable for instrument transformer of conventional type. Digital control panel(DCP) replaces local panel which is driven by mechanical operation. For monitoring condition of GIS and TR, various sensors are used. In this paper, we report the synopsis and the progress state of project.

1. 인텔리전트 변전소의 필요성

이미 대부분 국가의 전력계통은 갈수록 그물망처럼 얽혀지고, 수효가 늘어나서, 전력회사의 한정적인 운영인원만으로는 전체의 계통을 통제할 수 없는 수준에 가까워지고 있으며, 변전소가 대부분 산악지역등에 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 기간변전소에 예방진단시스템을 도입하여 전력기기의 수명을 예측하여 계통사고를 미연에 방지하고자 노력하고 있으며, 동시에 원격감시시스템을 적용하여 소수의 인원이 도심지내에 위치한 본사에서 수십개의 무인변전소를 감독·운영하고 있다. 또한 보호계전방식도 디지털릴레이를 적용하여 좀더 안정적인 계통 보호시스템으로 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 발맞춰 ABB, 알스탐, 지멘스등 유수의 중전기메이커들은 기존에 전력기기만을 생산하던 시절에서 벗어나서, 예방진단시스템, 원격감시시스템 개발에 박차를 가하고 있으며, 이미 개발된 축소형·저소음·환경친화적인 GIS 및 변압기등에 접목시켜 시장에 적극홍보함으로써 각국의 전력회사들로 하여금 자사제품에 대한 구매욕구를 불러일으키고 동시에 후발 동종업체들과의 격차를 벌려나가고 있다.

현재, 국내에도 PL법이 발효되면서, 한전의 입장에서 계통사고 역시 큰 부담이 되고 있으나, 일부 기간변전소에만 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 위험요소가 존재한다. 따라서, 이러한 시스템을 도입하기 위해서는 실제계통에서 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 당사에서 추진하는 인텔리전트 변전소 구축에 관련된 사업개요 및 현재까지의 진행상황을 설명하였다.

2. 본 론

2.1 사업 개요

본 사업은 산업자원부에서 자금을 지원하고 전력연구원이 주관하여 추진하는 전력산업인프라조성사업의 하나로써 사업명은 '신송전 실증시험선로 및 변전설비 구축사업'이다. 사업의 전체 수행기간은 2002년 7월부터 2007년 6월까지이며, 아래와 같은 기관이 참여하고 있다.

- 전력연구원(주관기관)
: 총괄시스템 기획, 부지선정, 설비의 운영방안 연구
- 효성(참여기업)
: 인텔리전트 변전소 설계/제작/설치
- 현대건설(참여기업)
: 신송전 첩합 설계/제작/설치
- 전기연구원(위탁기관)
: 신송전 첩합용 압철연물·설계 및 평가

당사는 인텔리전트 변전소의 토목과 건축을 포함한 설계, 제작, 설치를 담당하고 있으며, 본 변전소는 전북 고창의 한전 765kV 실증시험장내에 설치될 예정이다. 전원은 영광원자력발전소 옆에 위치한 흥릉변전소에서 2회선이 공급될 예정이며, 그 가공선로와 첩합 설계, 제작, 설치는 현대건설과 전기연구원에서 추진하고 있다. 당사가 담당하는 부분의 과제목적을 아래에 열거하였다.

- 목적 : 154kV급 실증시험용 인텔리전트 변전소 구축

- 1) 축소형 GIS 적용 및 평가
- 2) Digital Control Panel 적용 및 평가
- 3) Electronic Instruments 실계통 적용 및 평가
- 4) Digital Relay와 Electronic Instruments간의 상호 운용성 평가
- 5) 154kV급 변전소용 예방진단시스템 개발 및 실증 시험
- 6) SCADA시스템 운용성 평가

2.2 고창시험장 변전소 사양

고창시험장에 설치된 인텔리전트 변전소의 기기사양은 다음과 같다. 그림 1과 2에 변전소 배치도와 단선도를 나타내었다.

- 170kV 50kA GIS : 4 Bay
- 154kV 60MVA MTR : 2 Bank
- 25.8kV 25kA C-GIS : 11 Bay
- 전장품 : 1 Set.
- 예방진단시스템 : 1 Set.
- SCADA시스템 : 1 Set.

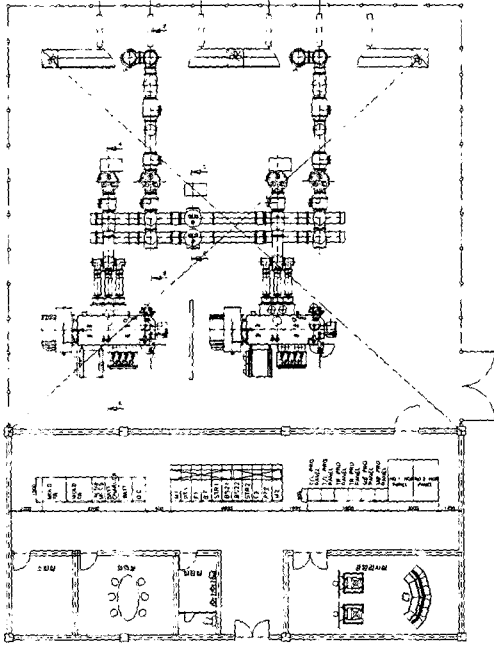


그림 1. 고창시험장변전소 배치도

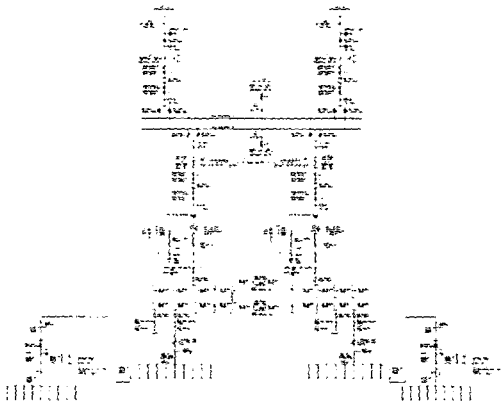


그림 2. 고창시험장변전소 단선도

2.3 Conventional 변전소와의 차이점

당사가 구축하고자 하는 인텔리전트 변전소의 개념도를 그림 3에 나타내었다. 변전소는 크게 최하위인 Process Level, 중간단계인 Bay Level, 최상위단계인 Station Level로 나누어지며, 각 레벨별 구성기기에 대해 아래에 설명하였다.

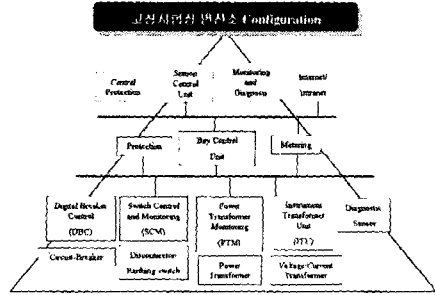


그림 3. 고창시험장변전소 구축 개념도

2.3.1 Electronic Instruments의 적용

그림 3에 나타난 바와 같이 Instrument Transformer 로써 170kV GIS와 25.8kV C-GIS에 로고스코일형 CT(이하 RCT)와 Capacitive voltage divider type의 PT(이하 CVD)가 기존의 철심형 CT와 PT를 대체하여 적용될 예정이며, 그 사양은 IEC에서 최근 발표한 Electronic Instruments 규격인 IEC60044-7과 8에 따른다. 변전소의 Electronic Instruments 구성은 그림 4와 같이 구성되며, RCT와 CVD에서 나온 출력은 Merging Unit에 통신으로 입력되게 된다.

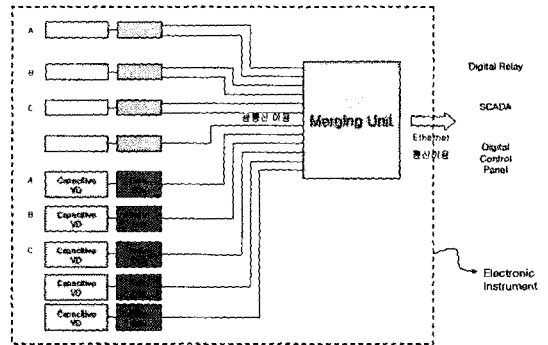


그림 4. 전자식 변성기 시스템 구성도

2.3.2 Digital Control Panel의 적용

그림 3에서 Digital Breaker Control 및 Switch Control에 해당하는 것으로써 모든 변전기기들에는 Digital Control Panel(이하 DCP)이 기본적으로 설치되어 납품될 예정이다.

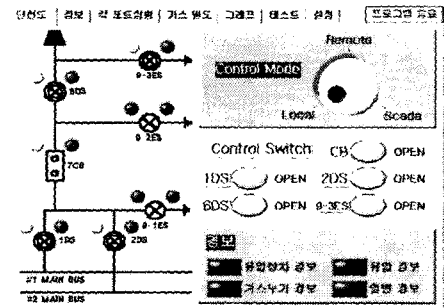


그림 5. Digital Control Panel 화면예

2.3.3 154kV 변전소용 예방진단시스템의 적용

그림 3에서 Monitoring과 Diagnostic Sensor로써 GIS 및 변압기에 예방진단시스템이 적용될 것이며, 표3, 4와 같은 진단항목을 가지고 있다.

표 1. GIS 진단항목

진단항목	측정센서
차단기 동작특성 상태 (조작기 메카니즘)	Trip & Closing Coil 전류센서, 보조접점
전기적 절연상태 (부분방전)	UHF센서
SF ₆ 가스 충전 상태	SF ₆ Gas Density Transmitter
파괴기 열화상태	누설전류센서
고장점 위치표정	분해가스 센서

표 2. 변압기 진단항목

진단항목	측정센서
변압기 열화상태 (유증가스)	유증가스 분석장치
변압기 풍전상태 (유온도)	유온도센서
OLTC 동작상태	OLTC 모니터링
Fan 및 Pump 동작상태	동작전류용 CT
환선정류장치 운전상태	환선정류장치 압력계

2.4 과제 진행상황 및 향후계획

현재, 한전 전력연구원으로부터 인텔리전트 변전소 사업서를 승인받았으며, 3차년도(2004. 7. ~ 2005. 6)에는 변전소의 지질조사 및 건축/전기설계를 실시할 예정이다.

3. 결 론

지금까지 당사가 추진하고 있는 인텔리전트 변전소 구축사업에 대하여 소개하였다. 앞에서 밝힌 바와 같이 인텔리전트 변전소는 예방진단시스템, 원격감시시스템, 디지털보호계전시스템이 하나로 통합된 시스템이므로, 각각의 시스템을 별개로 구분하여 개발하는 것은 무용지물이며, 모든 시스템이 맞물려 원활하게 운용될때 비로소 인텔리전트 변전소라 할 수 있을 것이다.

따라서, 본 사업을 통해 국내 최초로 인텔리전트 변전소를 구축함으로써, 예방진단시스템, 원격감시시스템, 디지털보호계전시스템의 실증시험을 통해 검증할 수 있게 되고, 동종업계의 국제경쟁력강화에도 큰 도움이 될 수 있을것으로 사료된다.

향후, 이러한 인텔리전트 변전소가 국내 변전소의 대부분을 차지하게 된다면, 변전소를 운영하는 인원이 대폭 축소될 수 있음은 물론이며, 전력기기의 수명을 예측하여, 제통사고를 미연에 방지하게 되어 좀더 안정적인 고 경제적인 계통운전을 할 수 있을 것으로 판단된다.

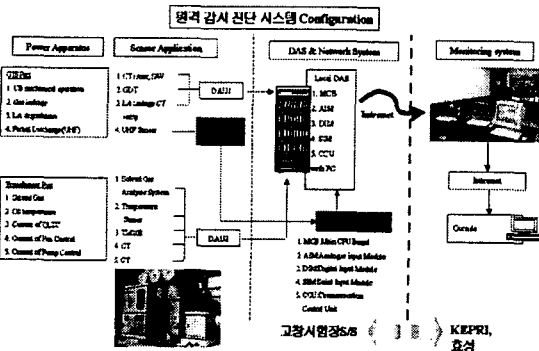


그림 6. 원격감시 진단시스템 구성도

2.3.4 디지털 보호배전시스템

고창시험장 변전소는 모든 Protection 및 Metering에 당사가 제작한 디지털릴레이를 적용할 것이며, 기존의 디지털 릴레이는 5A의 전류신호를 받는 것과는 달리 Electronic Instruments의 특성에 맞는 설계가 반드시 필요하다.

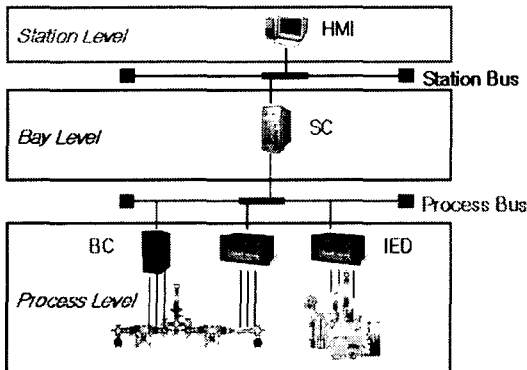


그림 6. 디지털 보호배전시스템 구성도