



제주 스마트그리드 실증단지에서 적용된 배전지능화 시스템

이성우<한전 전력연구원 배전연구소 수석연구원> · 한석우<국제대학교 전기과 교수>

1 개 요

적용된 배전 지능화 시스템은 기존의 배전자동화시스템(DAS : Distribution Automation System)의 특성을 포함하여 배전선로에 설치되어 있는 Recloser와 개폐기들을 원격 감시·제어 한다. 그리고 변전소와 분산전원 설비들의 상태 감시 및 계측, 제어 범위를 대폭 확대한 시스템이다. 또한 배전지능화기기의 내부센서와 단말장치를 이용하여 전기품질(Sag, Swell, Interruption 등) 정보, 낙뢰 및 피뢰기 상태 정보 등을 온라인으로 감시 및 계측이 가능하다.

그 동안의 배전지능화 연구를 통해 개발된 연구 결과를 제주 스마트그리드 실증단지에 적용한 사례와 배전지능화 시스템의 주 장치와 연구 성과물간의 데이터 연계, 운영방법, 운영기술 개발과 시스템 개선사항을 다음과 같이 소개한다.

2. 배전지능화 중앙제어장치 개발

배전지능화시스템 중앙제어장치의 가장 큰 특징은 변전소 원격 감시·제어시스템(SCADA : Supervisory Control And Data Acquisition)과

배전자동화시스템(DAS)이 통합되어 변전과 배전을 하나의 시스템으로 일괄 운전이 가능해졌다.

그림 1은 전력계통의 자동화 시스템 계층을 나타낸다. 배전지능화 시스템의 연구개발 내용과 시스템 기능은 다음과 같다.

- SCADA+DAS 통합 프로그램 개발
- 배전지능화 시스템 응용프로그램(변전소 조류 표시, 부하예측, 주변압기 뱅크고장 부하절체, 보호협조, 배전선로 조류계산, 전압 및 무효전력제어 등) 개발
- 고속 대용량 데이터처리를 위한 기술 개발과 개발된 DNP(Distributed Network Protocol) 3.0 외에 IEC 60870 FEP(Front End Processor)프로그램 탑재
- 변전, 배전계통 고장 시 전압전류 파형 데이터 취득, 전기품질 이상 감시, 이상파형 온라인 취득 기술 개발
- 배전지능화 시스템과 분산전원의 통합운영 HMI 개발

2.1 SCADA와 DAS 통합 운영

우리나라의 배전자동화는 변전소 구내설비를 감

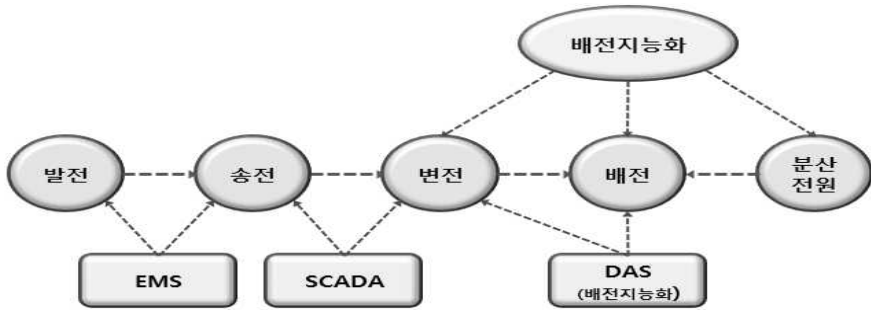


그림 1. 전력계통의 자동화시스템 계층

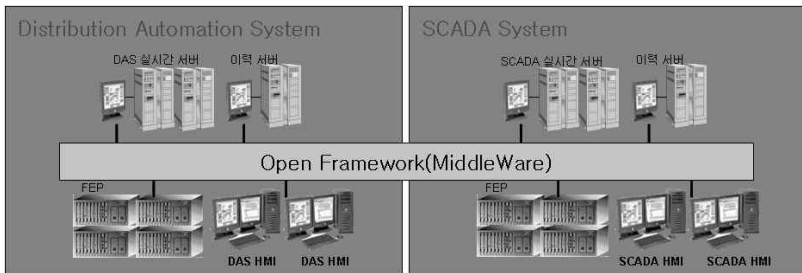


그림 2. 미들웨어를 이용한 SCADA와 DAS 통합

시·제어하는 SCADA시스템과 변전소 외부의 배전계통을 감시·제어하는 배전자동화시스템으로 업무가 나누어져 있다. 기존 SLS(Scada-Das Link System)을 통하여 변전소의 정보 일부를 배전자동화시스템에서 공유하고 있지만, 외국에서는 송전회사로부터 전기를 공급받는 인입점 이후의 변전소와 배전망을 모두 배전회사의 영역으로 보고 있는 점을 주목하면 아직 풀어야할 숙제가 많다. 해외 전력회사의 배전영역은 일반적으로 150kV 송전선로용 차단기부터 시작하거나, 변전소의 주변압기 2차측 부터 또는 배전선로 인출용 차단기부터 정한다. 이런 전력회사는 SCADA와 DAS가 통합된 시스템을 반드시 필요로 한다. SCADA와 DAS가 통합되기 위해서는 데이터를 공유하게 만들어주는 장치가 필요하며, 배전자동화시스템용으로 개발한 미들웨어(Middleware)가 역할을 한다. 그림 2는 미들웨어를 이용한 SCADA와 DAS 통합을 나타낸다.

SCADA 기능은 ICARUS라고 하는 프로그램이 수행하고 있으며, SCADA 고유기능인 변전소 설비 원격감시제어, 보고서 출력, 이력데이터 그래프 표시, HMI 상에서의 활선 및 사선 표시, TLQ(Tag, Limit, Quality) 포인트 표시, 로그인과 로그아웃 기능, 경보발생 및 감박임 기능 등을 기본기능으로 하고 있다. 그림 3은 제주 스마트그리드 홍보관에 구축된 성산변전소 배전지능화시스템의 SCADA 정보이다.

2.2 전기품질 온라인 감시

양호한 전기 품질은 무정전, 정전압, 정주파수를 유지하여야 한다. 그러나 최근에는 전압과 주파수 외에 고조파 및 순간전압 변동까지 포함하고 있다. 배전지능화 시스템에서는 이러한 전기 품질을 온라인으로 감시하고 있다. 표 1에서는 IEEE std 1159에서 정한 전기품질 감시항목을 나타내며, 배전지능화 시스

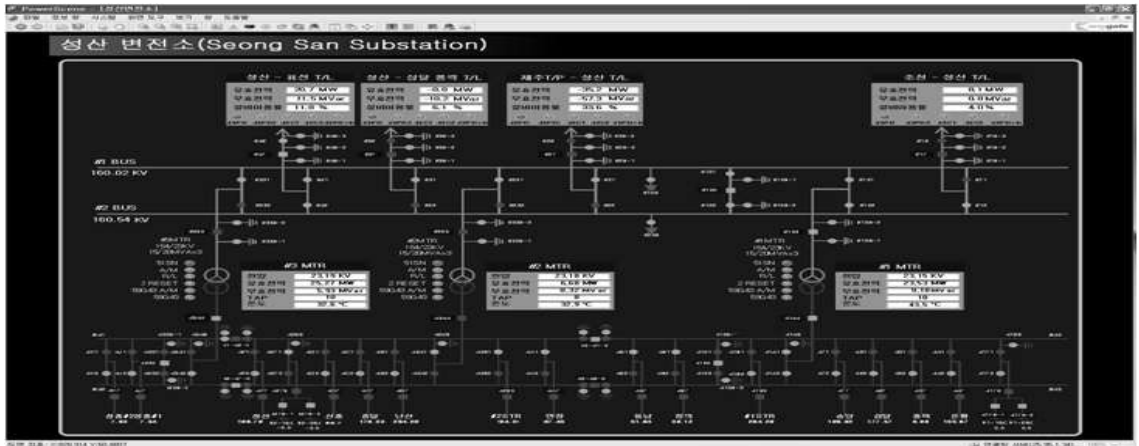


그림 3. 성산S/S의 배전지능화 시스템 SCADA 단선도

표 1. 전기품질 감시 항목

| 감시 항목 | | IEEE std 1159 | | 데이터 저장 | | |
|---------------|--------|---------------|----------------|--------|----|----|
| | | 크기 | 지속시간 | 이벤트 | 파형 | 회수 |
| Sag | 순시 | 0.1~0.9 pu | 0.5~30 cycle | ○ | ○ | ○ |
| | 순간 | 0.1~0.9 pu | 30~180 cycle | ○ | ○ | ○ |
| | 일시 | 0.1~0.9 pu | 180~3600 cycle | ○ | ○ | ○ |
| Swell | 순시 | 1.1~1.8 pu | 0.5~30 cycle | ○ | ○ | ○ |
| | 순간 | 1.1~1.8 pu | 30~180 cycle | ○ | ○ | ○ |
| | 일시 | 1.1~1.8pu | 180~3600 cycle | ○ | ○ | ○ |
| 순간정전 | 순시 | <0.1 pu | 0.5~180 cycle | ○ | ○ | ○ |
| | 순간 | <0.1 pu | 180~3600 cycle | ○ | X | ○ |
| | 일시 | 0.0 pu | > 3600 cycle | ○ | X | ○ |
| 전압 | 저전압 | 0.8~0.9 pu | > 3600 cycle | ○ | X | ○ |
| | 과전압 | 1.1~1.2 pu | > 3600 cycle | ○ | X | ○ |
| 고조파 | THD(V) | - | steady state | X | X | X |
| | THD(I) | - | steady state | X | X | X |
| | TDD(I) | - | steady state | | | |
| | 차수별 | - | steady state | | | |
| 불평형 | 전압 | 0~100 % | steady state | ○ | X | ○ |
| | 전류 | 0~100 % | steady state | ○ | X | ○ |
| k-Factor | | - | steady state | | | |
| Create Factor | | - | steady state | | | |
| Frequency | | 45~65Hz | steady state | ○ | X | ○ |
| PQM waveform | | - | - | ○ | ○ | ○ |
| 파형취득 | | - | - | - | ○ | - |

기술해설

템은 이러한 전기품질 항목을 모두 감시할 수 있다. 감시 원리는 배전선로 현장에 설치된 배전지능화 단말장치에 전기품질을 측정하는 정밀급의 프로세서를 내장하여, 실시간으로 전기품질을 감시하다가 세팅된 상·하한 값 범위를 벗어나는 경우 이를 감지하여 주장치로 이벤트를 전송함으로써 전기품질 이상여부를 바로 알 수가 있다.

전기품질이 불량하다는 이벤트가 접수되면 운영자는 파형을 온라인으로 읽어 올 수가 있다. 배전지능화

중앙제어장치의 HMI 단말장치에서 취득한 전기품질의 원시파형 형태를 볼 뿐만 아니라, 크기와 지속시간, 고조파 차수별 비율, 전압 및 전류의 벡터도 해석 프로그램을 갖추고 있다.

그림 4, 5는 제주실증단지 배전선로에서 실제로 취득된 순간고장 발생에 따른 후비보호기기 동작과 재폐로 동작에 따른 Interruption, Sag, 돌입전류 파형을 나타낸다.

이와 같이 현장에서 이벤트가 발생되면 배전지능화

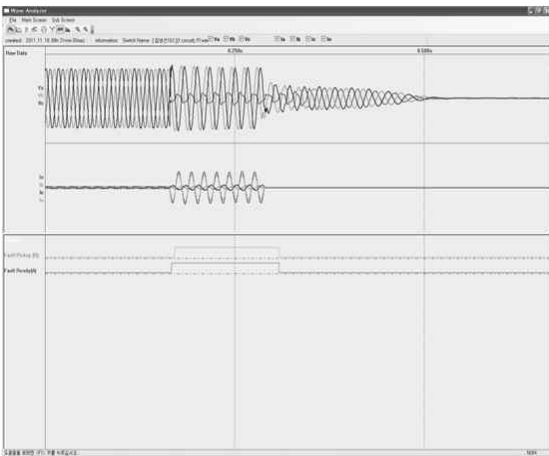


그림 4. Interruption & Swell 파형

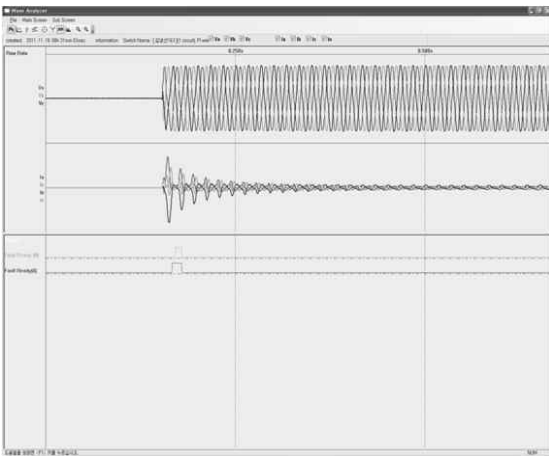


그림 5. Interruption & 돌입전류 파형



그림 6. 낙뢰 검출용 단말기와 주장치간 통신화면

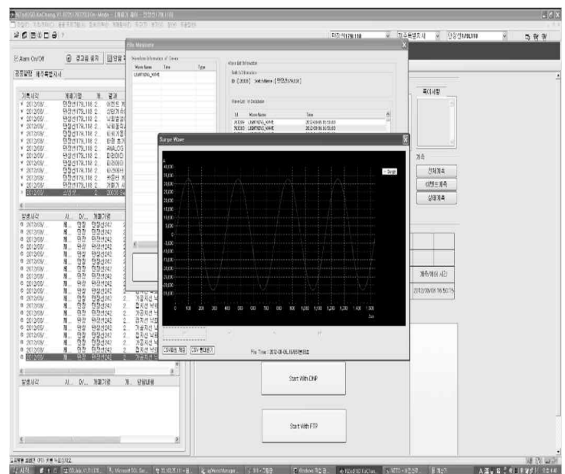


그림 7. 3ms 테스트 파형

| 개폐기명 | 위치 | 현재상태 | 조작상태 | 조작사유 | 제어결과 | 제어시간 |
|--------|----|------|------|-------------|------|--------------|
| 제원 OCB | 모선 | 정상 | 정상 | 정원 차단(복구표기) | 성공 | 2012/07/2... |
| 노원 OCB | 모선 | 정상 | 정상 | 정원 차단(복구표기) | 성공 | 2012/07/2... |
| 역시 OCB | 모선 | 정상 | 정상 | 정원 차단(복구표기) | 성공 | 2012/07/2... |
| 신원 OCB | 모선 | 정상 | 정상 | 고장구간 정원복 부리 | 성공 | 2012/07/2... |
| 신원선293 | 모선 | 정상 | 정상 | 일부구간표기 | 성공 | 2012/07/2... |
| 신원선347 | 모선 | 정상 | 정상 | 일부구간표기 | 성공 | 2012/07/2... |
| 신원선348 | 모선 | 정상 | 정상 | 정원 차단(복구표기) | 성공 | 2012/07/2... |
| 신원선349 | 모선 | 정상 | 정상 | 정원 차단(복구표기) | 성공 | 2012/07/2... |
| 신원선350 | 모선 | 정상 | 정상 | 정원 차단(복구표기) | 성공 | 2012/07/2... |
| 신원선351 | 모선 | 정상 | 정상 | 정원 차단(복구표기) | 성공 | 2012/07/2... |
| 신원선352 | 모선 | 정상 | 정상 | 정원 차단(복구표기) | 성공 | 2012/07/2... |
| 신원선353 | 모선 | 정상 | 정상 | 고장구간 정원복 부리 | 성공 | 2012/07/2... |
| 신원선354 | 모선 | 정상 | 정상 | 일부구간표기 | 성공 | 2012/07/2... |
| 신원선355 | 모선 | 정상 | 정상 | 일부구간표기 | 성공 | 2012/07/2... |
| 신원선356 | 모선 | 정상 | 정상 | 정원 차단(복구표기) | 성공 | 2012/07/2... |
| 신원선357 | 모선 | 정상 | 정상 | 정원 차단(복구표기) | 성공 | 2012/07/2... |
| 신원선358 | 모선 | 정상 | 정상 | 정원 차단(복구표기) | 성공 | 2012/07/2... |
| 신원선359 | 모선 | 정상 | 정상 | 정원 차단(복구표기) | 성공 | 2012/07/2... |
| 신원선360 | 모선 | 정상 | 정상 | 정원 차단(복구표기) | 성공 | 2012/07/2... |
| 신원선361 | 모선 | 정상 | 정상 | 고장구간 정원복 부리 | 성공 | 2012/07/2... |
| 신원선362 | 모선 | 정상 | 정상 | 고장구간 정원복 부리 | 성공 | 2012/07/2... |
| 신원선363 | 모선 | 정상 | 정상 | 고장구간 정원복 부리 | 성공 | 2012/07/2... |
| 신원선364 | 모선 | 정상 | 정상 | 고장구간 정원복 부리 | 성공 | 2012/07/2... |
| 신원선365 | 모선 | 정상 | 정상 | 고장구간 정원복 부리 | 성공 | 2012/07/2... |
| 신원선366 | 모선 | 정상 | 정상 | 고장구간 정원복 부리 | 성공 | 2012/07/2... |
| 신원선367 | 모선 | 정상 | 정상 | 고장구간 정원복 부리 | 성공 | 2012/07/2... |
| 신원선368 | 모선 | 정상 | 정상 | 고장구간 정원복 부리 | 성공 | 2012/07/2... |
| 신원선369 | 모선 | 정상 | 정상 | 고장구간 정원복 부리 | 성공 | 2012/07/2... |
| 신원선370 | 모선 | 정상 | 정상 | 고장구간 정원복 부리 | 성공 | 2012/07/2... |

그림 8. 변전소 고장에 따른 복구 조작 목록

시스템의 HMI에서는 전기 품질 파형의 형태, 크기, 시간 등 정보를 취득할 수 있다.

또한 제주 실증선로에 낙뢰전류와 피뢰기 정보를 취득하기 위하여 설치된 배전지능화기기를 주기적으로 분석 및 점검함으로써 문제가 발생할 소지가 있는 Device와 Firmware를 개선하고 있다. 현재 낙뢰전류의 취득시간을 2us 샘플링 주기에 3ms까지 센싱하여 취득하는 법과 500ns 샘플링 주기에 3ms까지 센싱하여 취득하는 법, 2가지를 현장 적용하여 실증하고 있다. 그림 6은 낙뢰 검출용 단말기와 주장치간 통신화면이고 그림 7은 3ms 테스트 파형이다.

2.3 배전지능화 응용프로그램

배전계통을 최적으로 운전하기 위해서 다양한 응용 프로그램을 개발하였다. 개발 프로그램은 전압과 무효전력을 일괄 제어하는 IVVC(Integrated Volt/Var Control) 프로그램, 배전망의 손실최소화와 부하균등화 및 주변압기 부하균등화를 일괄 계산

하여 처리하는 통합 최적화 프로그램, 변전소 주변압기뱅크 고장 시에 변전소 내부의 모선 부하절체와 변전소 외부의 배전선로를 통한 부하절체가 이루어지는 광역 고장처리 프로그램, 복잡한 배전망에서 자동화 개폐기의 최적 설치위치 솔루션을 찾아내는 적정 개폐기 설치위치 최적선정 프로그램, 상시 개방점 개폐기 투입 시에 흐를 수 있는 루프전류 계산 프로그램 등이 있다. 그림 8은 변전소 광역 고장 처리 복구 프로그램을 실행한 결과 화면으로 변전소 주변압기 고장을 모의시험 했을 때 복구, 환원에 대한 차단기와 개폐기 조작 목록의 상태를 보여주며 그림 9, 10은 고장전과 고정 복구 후의 제주실증단지 계통도를 보여준다.

그림 11은 자동화개폐기 최적 설치위치 선정 프로그램을 실행한 결과화면으로서 6분할 3연계와 같은 개폐기 설치기준을 초과하여 설치된 개폐기와 부족 설치된 개폐기, 위치를 이동해야 할 개폐기 목록을 나타낸다.

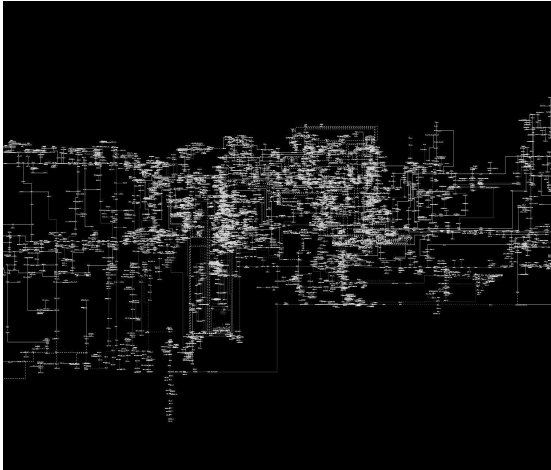


그림 9. 고장 처리(전) 계통도

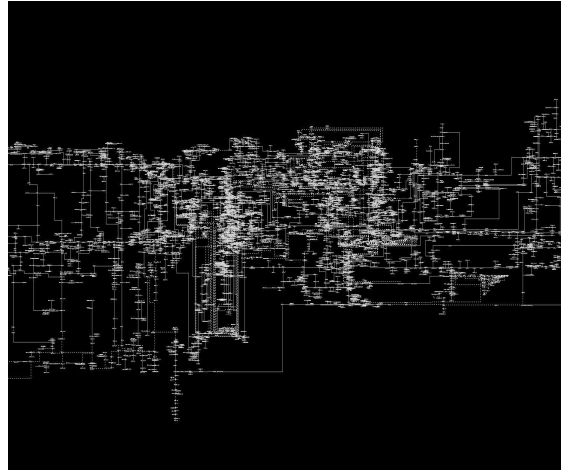


그림 10. 고장 처리(후) 계통도



그림 11. 자동화개폐기 최적 설치위치 선정 결과

2.4 멀티 스레드 FEP 프로그램 개발

배전지능화시스템에서 운영 중인 DNP 프로그램은 배전지능화 기기들과의 통신 전송 및 처리가 Single Thread 방식으로 개발되었다. 그림 12와 같이 Single Thread 방식은 각 배전지능화 기기들의 통신 채널을 순차적으로 처리하기 때문에 동시 명령 전송 및 처리가 불가능하고, 통신 채널의 수가 증가할

수록 명령처리 시간이 지연된다.

이를 보완하기 위해서 Multi Thread 방식을 적용한 DNP 프로그램으로 성능을 개선하였다. Multi Thread DNP 프로그램은 각각의 배전지능화 기기 통신 채널에 독립적인 통신 전송 및 처리를 진행하기 때문에 다른 통신 채널의 간섭을 받지 않는다. 따라서 동시 명령 전송 및 처리가 가능하고, 채널의 수에 대한 지연이 개선되었다.

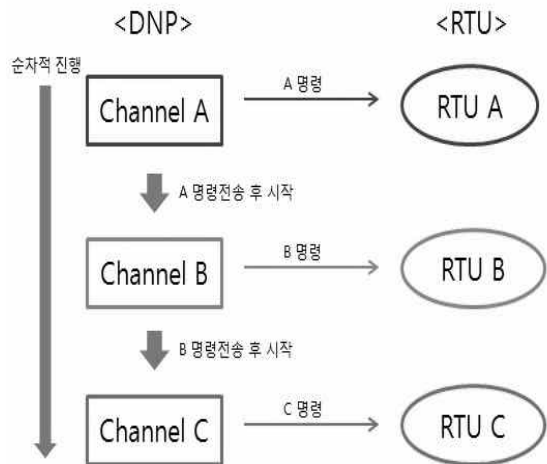


그림 12. Single Thread DNP 프로그램의 명령처리

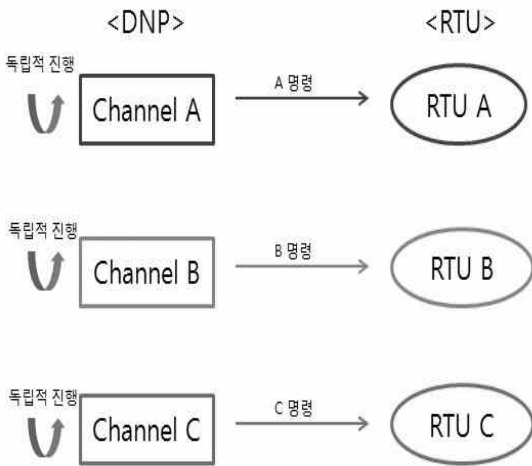


그림 13. Multi Thread DNP 프로그램의 명령처리

또한 그림 13과 같이 Multi Thread DNP 프로그램은 통신 채널별 패킷 정보화면 및 로그, 개폐기 종류별 외부 XML 정의, 데이터베이스 없이 통신 연결 테스트 등의 유지보수 편의성을 제공한다.

2.5 고장 관리기능 개발

TDAS(Total Distribution Automation System)와 차별화되고 진화한 배전지능화 시스템 중앙제어장치는 현재 사업소에서 사용 중인 시스템에는 포함되어 있지 않는 새로운 기능을 탑재하고 있다. 그중 하나가 선로 고장을 시스템에서 감지하는 기능으로 이 기능에 파생되어 사용자가 고장판단 또는 조치 후 해당 고장에 관해 파악할 수 있도록 고장 관리 기능과 정전 분석 보고서 작성기능이 추가되었다.

정전 분석 보고서 기능은 선로 고장 발생 시 발생하는 고장 관련 알람을 별도로 저장하고 사용자가 이를 확인하여 보다 신속하게 고장을 처리할 수 있도록 도움을 주는 고장관리 기능과 고장 발생 사후 담당자가 작성하는 배전 선로 정전분석 보고서 내용을 자동으로 작성 할 수 있도록 해주는 기능이다. 고장에 관한 기능을 수행하기 위해서는 배전 선로의 고장을 감

시하는 고장감시 서버프로그램이 별도로 동작되며, 이 프로그램을 통해 선로의 고장을 감지하도록 되어 있다.

정전 분석 보고서 작성 기능은 시스템이 자동으로 선로고장 상황을 인지하고, 고장 발생과 처리에 관한 선로 단말기들의 알람을 순차적으로 데이터베이스에 기록한다. 기록된 알람을 토대로 정전 분석 보고서 작성 양식에 자동으로 내용을 채우고 이때 고장 발생 시간, D/L의 이름, 정정된 시간, 정전 복구 시 처리한 개폐기 또는 차단기의 개폐 조작 이력 등을 기록한다.

고장 처리 후 사용자는 고장 발생에 관한 이력 리스트를 조회 할 수 있도록 하며, 사용자는 각 사업소 별로 프로그램을 설치하여 사용할 수 있도록 한다. 고장 관리 기능은 선로의 고장 발생 시 해당 고장에 관한 정보만을 사용자가 인지 할 수 있도록 별도의 창으로 고장처리에 필요한 알람만을 출력한다.

알람으로는 고장전류, FI(Fault Indicator), SequenceLockOut, OCR, OCGR, OPEN, CLOSE등이 있다. 알람에 관한 사용자 인지는 HMI(NZed)에서 하게 되며, 사용자의 설정에 따라 별도의 옵션으로 고장 시 알람의 팝업 유무를 결정할 수 있도록 하고, 센터 사업소에서는 각각의 지점 사업소 이력을 조회할 수 있도록 구성되어 있다. 그림 14 는 고장복구관리 프로그램 시스템 구조도이다.

3. 지능형 배전기기 개발과 구축

지능형 배전기기 개발과제의 개발 목표는 첫째 배전기기의 이상여부 진단 및 운전 상태를 실시간 감시하기 위한 센서가 내장된 지능형 배전기기 개발, 둘째 제어부와 단말장치를 통하여 배전지능화 시스템과 연계 운전이 가능하도록 설계, 구축하는 것이다. 다음은 전력IT 연구 성과물 중 제주실증단지에 '12년에 추가적으로 설치 및 실증 운영된 지능형기기에 대하여 설명한다.

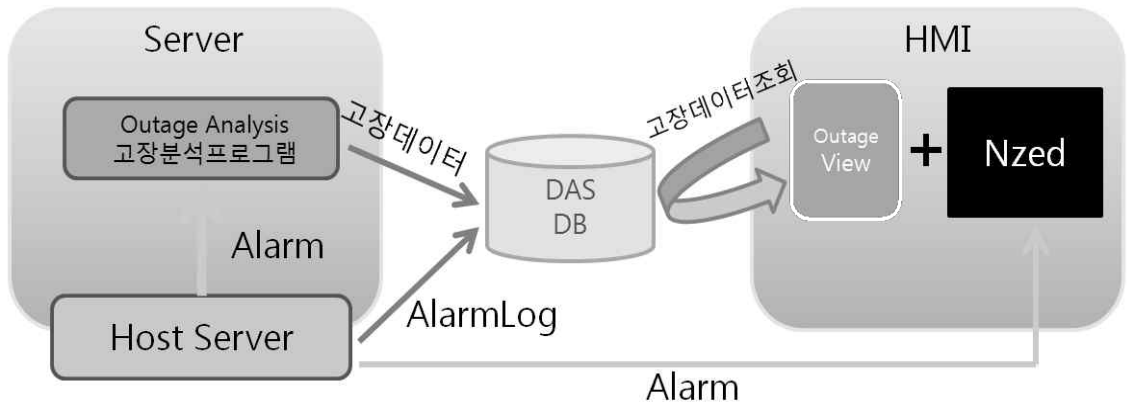


그림 14. 고장복구 관리 프로그램 시스템 구조

3.1 원격 자동 전압 조정기

그림 15의 원격 자동 전압 조정기(R-SVR : Remote-Step Voltage Regulator)는 전압강하 및 상승 시, 출력전압을 일정하게 유지하여 부하 측에 안정된 전원을 공급하게 한다. 또한 기계적, 전기적으로 견고한 구조를 갖는 제어함과 내부의 단말장치를 통하여 원격으로 자동 전압 조정기의 모든 정정치를 주장치로 부터 원격 (DNP 3.0 통신 프로토콜)정정이 가능하다. 계측기능으로는 부하 전압(방향 판별), 부하전류(방향 판별), 제어 입력 전압, 소스 전압, 부하 중심 전압, 역률 및 위상각, 부하측 피상, 유효, 무효 전력 등 계측이 가능하다. 분산전원의 설치에 의한 역조류 발생 시 배전 계통의 전압상승 및 강하에 대한 능동적인 대처가 가능하다.



그림 15. 원격 자동 전압 조정기(R-SVR)

3.2 무효전력제어기

그림 16의 무효전력제어기는 가공용 25.8kV 폴리머절연 Capacitor Switch(3상 1200kVAR)이며, Epoxy 절연방식의 진공 개폐방식으로 배전계통의 무효전력을 실시간으로 감시 및 무효전력을 보상함으로써 계통에 접속된 기기와 부하의 기능을 정상



그림 16. 배전선로에 무효전력제어기(커패시터) 설치

으로 유지할 수 있도록 계통의 전압을 정해진 전압변동 범위 내에 유지하도록 하는 기기이다. 무효전력 제어기는 스케줄, 주간제어, 전압제어, 무효전력(VAR)제어, 역전력 제어 등 원격으로 제어 및 정정이 가능하다. 전력계통, 역률, 전압이 불안정시에 무효전력을 공급함으로써 안정적인 전력공급을 이룬다.

무효전력제어기는 국내에서 처음으로 제주실증단지에 설치하여 운영 중에 있다.

3.3 부하감시 내장형 주상 변압기

그림 17의 부하감시 내장형 주상 변압기는 변압기 내부의 전류, 전압, 진단, 온도센서를 바탕으로 저압 수용가 부하를 감시하고, 변압기의 열화진단을 시행하며 통신모듈을 통하여 배전지능화시스템 주장치에서 원격으로 주상 변압기와 수용가의 부하를 감시할 수 있도록 제작된 지능형기기이다.

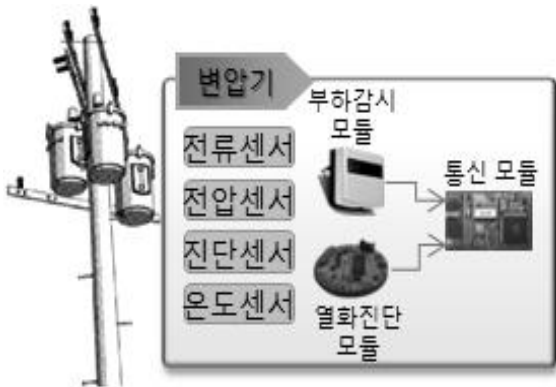


그림 17. 부하감시 내장형 주상 변압기

3.4 배전지능화시스템의 HMI 기능 추가

배전 지능형 기기를 원격으로 감시, 제어 및 정정 등의 기능을 실현하기 위해서는 배전지능화시스템의 HMI(Human Machine Interface) 기능이 추가적으로 개발되었다. 즉, 제주실증선로에 설치된 배전 지능형 기기(현장)와 주장치, MiddleWare로 연결된

HMI(제어창)를 통하여 계통 운영자가 실질적으로 계통 감시, 제어, 조작 및 정정이 가능하다. HMI 기능 추가는 실시간으로 현장과 주장치간의 데이터 연계를 위하여 데이터 포인트 정의, 개체 심볼을 추가, 실시간 데이터 포인트 정보를 수집하기 위하여 데이터베이스 설계 및 적용, 화면 설계 및 적용이 필수적이다. 또한 그림 18과 같이 분산전원이 배전계통에 연계되어 운전될 때 전압과 무효전력에 문제가 발생됨으로 이를 해결하기 위하여 무효전력을 제어 할 수 있는 HMI를 개발하였다. 따라서 현장에 설치되어 있는 SVR과 커패시터 뱅크를 제어하여 전압을 안정하게 유지시킨다.

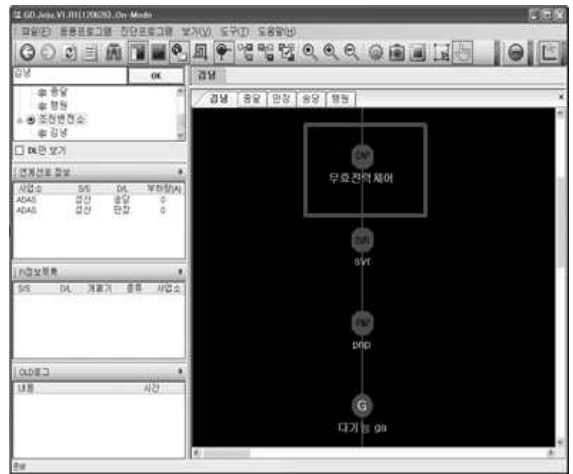


그림 18. 무효전력제어기 화면

4. 제주 스마트그리드 실증단지에 적용된 현황

그림 19에서 배전지능화용 실증선로는 성산변전소의 만장, 송당, 종달 D/L과 행원풍력 PQ계측을 위한 행원풍력D/L과 초전변전소의 김녕D/L 등 5개 배전선로를 실증선로로 선정하였다. 주장치는 제주지사 배전센터에 설치하였고, HMI는 제주지사와 스마트그리드 홍보관에 설치하여 두 곳에서 현장기기

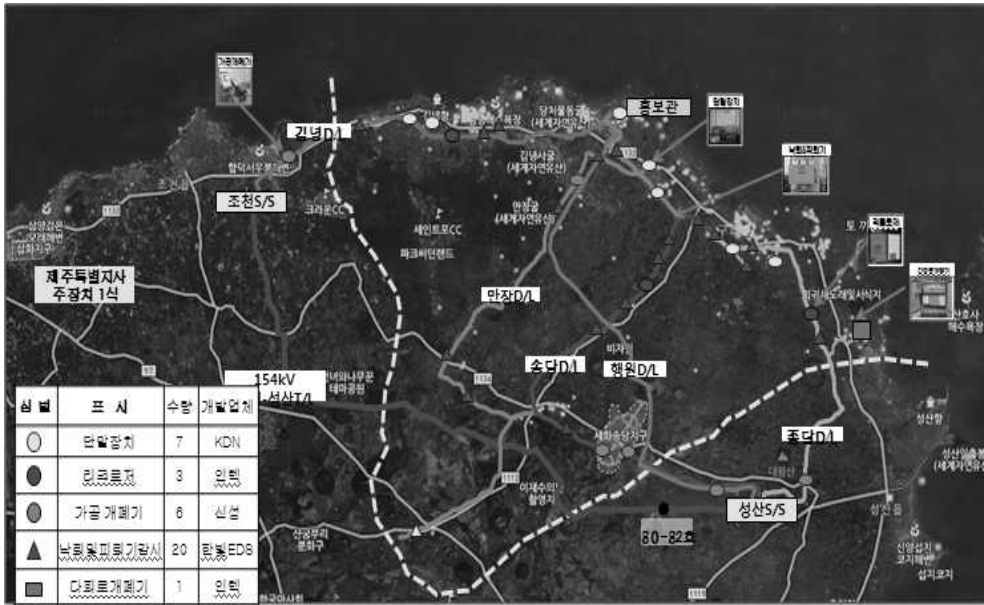


그림 19. 지능형 배전기기 설치개소

표 2. 배전지능화 실증기기

| 설치대상 | 수 량 | 내 역 |
|-------------|-----|--|
| 주장치(HMI포함) | 2식 | 서버 2대(Dual), HMI 2대(운전용, 실증용) |
| 낙뢰&피뢰기 감시장치 | 20대 | 로그스키 코일 및 감시용 FRTU 설치 |
| 지능형 개폐기류 | 10대 | 지능형 리클로저, 지능형 개폐기, 지능형 다회로개폐기, 지능형 다회로 차단기 |
| 무효전력제어기 | 1대 | 커패시터 |
| SVR | 1대 | 단상 3대 SVR |
| 지능형 단말장치 | 7대 | 기존 자동화개폐기용 FRTU 교체용 |
| 데이터 처리장치 | 37대 | 배전지능화기기와 주장치 간의 통신 |

표 3. 배전지능화 기기별 주요 기능

| 구 분 | 개발 내용 | 주요 기능 |
|---------------|------------------------------|-----------------------------|
| 주장치 | SCADA + DAS 통합시스템(응용프로그램 포함) | 변전소와 배전선로 통합 감시 및 제어 기능 |
| 지능형 단말장치 | 다기능 단말장치 | 보호협조, PQ감시 기능 초고속 데이터 전송 |
| 지능형 배전기기 | 지능형 개폐기 3종 | 부분방전, 온도, 가스압력, 차단수명, PQ계측 |
| 무효전력제어기 | 커패시터 3대 | 무효전력제어기 원격 제어·감시 |
| SVR | SVR 단상 3대 | 배전계통 전압관리 |
| 낙뢰 및 피뢰기 감시장치 | 낙뢰분포, 피뢰기 상태감시 | 낙뢰파형, 크기, 피뢰기 열화상태 감시 |
| 통신장치 | 고속데이터 처리장치 | 배전지능화기기와 주장치간의 통신 |

의 감시제어 기능을 시험할 수 있도록 하였다. 설치된 실증기기와 실증 기기기별 주요기능을 표 2와 3에 나타낸다.

실증선로는 5개 선로이지만 PGOMS(Power Grid Operation Management)는 실증선로와 함께 제주도 전역의 배전망을 통합 감시할 수 있는 시스템으로 설계되었다. 배전지능화 응용 프로그램은 배전선로 고장자동처리, 변전소 주변압기 고장 시 변전소와 배전선로 통합고장처리, 주변압기와 배전선로 통합 부하균등화, 배전망의 손실최소화를 위한 상시 개방점 최적배치 프로그램 등이 탑재되어 있다.

5. 결 론

배전지능화시스템은 변전소 및 배전 계통의 정보와 분산전원의 정보를 취득하고 원격 감시, 계측, 제어를 동시에 구현하는 시스템이다. 또, 원격에서 각종 전력 기기의 상태정보를 취득하여 고장 징후의 감지와 예측이 가능하고, 발생한 고장에 대해서는 최적화 기법을 도입하여 신속하게 처리할 수 있다. 이를 위하여 다양한 지능형 배전기기가 개발되었고, 단말장치의 성능도 대폭 개선되었다. 또한 배전지능화시스템의 개발을 통하여 외국의 각종 규격과 요구사항을 만족하는 배전지능화 시스템이 완성되었다. 배전지능화시스템의 구축 및 실증은 동시에 중전기업체가 생산하는 차단기, 개폐장치 및 단말장치(RTU(Remote Terminal Unit) 등의 동반 수출을 이끌어 낼 수 있게 되었다.

변전소부터 배전선로, 분산전원에 이르는 모든 전력설비의 원격감시, 진단, 제어가 가능하고 전기품질이나 전력설비의 진단 및 열화 상태 감시가 가능하기 때문에 전력공급 신뢰도가 향상되어 각종 산업 전반의 생산성 향상에 기여하게 될 것이다.

배전지능화시스템은 스마트그리드 프로젝트의 하나인 Smart Power Grid의 핵심요소 컴포넌트로

2010년 하반기부터 현재까지 제주 스마트그리드 실증단지에 설치 및 운영하고 있으며, 실증시험을 마친 후 전국 확대 보급과 해외 수출이 진행될 것으로 기대가 된다.

◇ 저 자 소 개 ◇



이성우(李聖雨)

1960년 9월 29일생. 1999년 건국대학교 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1990년 한국전력공사 입사. 1992년~현재 한전 전력연구원 배전연구소 수석연구원. 배전지능화 및 스마트그리드 연구.



한석우(韓錫愚)

1964년 3월 1일생. 1989년 호서대학교 전기공학과 졸업. 1991년 건국대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2001년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1992~1998년 한국전력공사 근무. 1998년~현재 국제대학교 전기과 교수, 건축전기설비 기술사, 전기응용기술사.