

### 보호계전기 데이터 원격 취득 및 분석 시스템 구축

김기일, 장성익, 정규원, 김진희, 양귀장, 이명희, 민병욱  
한국전력공사

#### Plans for remote data acquisition & analysis system of protection relay

Gill Kim, Sungik Jang, Kyuwon Jeong, Jinhee Kim, Yang Gwijang, Myeonghee Lee, Byeongwook Min  
Korea Electric Power Company (KEPCO)

**Abstract** - 본 논문은 무인화 변전소 확대와 디지털보호계전기의 지속적인 적용에 따라 상시 보호계전기 상태 확인 및 필요시 정정치 변경과 전력계통 고장시 동작한 보호계전기의 동작사항을 신속히 파악하여 보호계전기 정동작 여부를 판단하여 전력계통의 신뢰도 제고하는 보호계전기 데이터 원격 취득 분석시스템 구축 방안을 연구하였다. PDAS 설치후 고장데이터 수집에 따른 출동시간을 절약하여 고장분석업무를 집중하고 절감시간을 타 업무에 활용할 수 있었으며 고장인지 후 즉시 보호계전기 데이터를 취득 분석하여 고장현상 파악 및 긴급복구 시간을 단축할 수 있는 효과를 거둘 수 있었다. PDAS 시스템 시범운영결과 발생한 문제점을 분석한 결과 고도화된 고장분석 서비스를 구축하기 위해서는 정전고장관리시스템과의 연계, 보안성 강화, 사용자 편의성향상, 신규서비스 지원이 되도록 하여 송변전 통합정보시스템과의 통합이 필요하다.

이를 해소하기 위해 보호계전기 데이터 원격 취득 시스템인 PDAS(Protection Data remote Acquisition System)를 구축하여 원격접속으로 보호계전기 Fail발생시 계전기 상태를 분석하고 계통변경 등 필요시 정정치를 변경할 수 있으며 신속한 고장데이터 취득을 통하여 업무효율을 향상시킬 수 있다. 원격접속에 대한 데이터 취득의 정확성과 계전기 오동작 발생 등의 문제점을 검증하기 위해 '06년 7월부터 한전의 동서울 및 신성남전력소 36개 변전소 154kV 이상의 전력설비용 보호계전기 269대에 하였다. 시범 운영한 사업소와 계전기 현황은 표 2표 3과 같다.

<표 2>. 시범적용 사업소의 수용개소

| 사업소   | 보호설비 계전기    | 수용개소     |
|-------|-------------|----------|
| 남서울전력 | 송전선로 모선 변압기 | 93개 계전기  |
| 수원 전력 | 송전선로 모선 변압기 | 176개 계전기 |

### 1. 서 론

현재 한국전력에서 전력계통 및 기기의 전기적 보호를 사용하고 있는 디지털보호계전기는 26종으로서 각 계전기의 특성과 운영방법이 상이하여 현장에서 운전하는 근무자에게 매우 난처한 일들이 발생하고 있다. 아울러 경비 절감과 전력설비 운영의 효율성을 위해 무인화 변전소 건설이 주류이며 그에 따라 일상점검과 순회점검에 의해 설비를 점검하고 관리하는 업무가 유인 근무 체제 보다는 어렵게 되었다.

전력계통 신뢰도 제고를 위해서는 보호계전기 분석파일의 원격취득 및 활용 필요성 증대와 실시간 원격취득 및 분석기능이 만족하여야 하지만, 사용자 PC에 10여 종의 계전기용 프로그램 설치로 불편이 가중되고, 계전기제작사별 상이한 프로토콜 및 분석 프로그램 소스 미공개로 인한 어려움이 있다.[1]

따라서 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하고자 설치한 한전 동서울전력소 및 신성남전력소의 39개 154kV 변전소 이상 전력설비용 보호계전기 269대에 원격취득 시스템을 시범운영한 결과와 운영상의 문제점에 대하여 살펴보고 이를 토대로 정전고장관리시스템과의 연계 등을 도출하고 고장파일 취득시간을 단축하고 정확한 고장자료를 취득하여 분석하는 차세대 전력IT기반의 시스템을 구축하고자 한다.

### 2. 본 론

#### 2.1 시스템 개요

1992년부터 한전 전력계통보호에 사용하고 있는 보호계전기는 총22,850대로 디지털형이 10,270 여대로 45%를 점유하고 있으며 디지털계전기의 고장데이터 저장에 대한 주요 기능은 표 1과 같다. 무인화 변전소의 경우 계전기에 저장된 데이터를 취득할 때, 계통보호담당자가 노트북을 가지고 현장에서 직접 취득하였다. 이러한 현실로 인하여 데이터를 분석하는 데 시간과 경비가 많이 소요되었다.

<표 1>. 디지털보호계전기 고장데이터 저장 기능

| 구 분                | 주요 기능  |
|--------------------|--|
| 고장데이터 기록기능         | 고장전압·전류의 크기·위상·고조파 정보기록<br>고장현상·위치 및 백터에 의한 정밀 분석<br>향후 고장현상에 대한 전력설비 보강 검토 제공 |
| 계전기 동작 정보 저장 기능    | 각 동작요소의 상태표시 및 기록기능<br>각종 정정 값 및 실시간 모니터링(전압·전류)                               |
| 현 장 P C 및 원격 접속 기능 | 대부분의 계전기가 현장 Note PC에 의한 접속<br>보호계전기 RS-485 Port를 통한 원격접속 기능                   |

<표 3>. 시범운영 제작사 및 설비별 디지털보호계전기 현황

| 구분   | 선도 (TSB)           | 유호 (Mits)                   | YPP (GE)   | 셀파워 (국산)         | 태광 (ABB)         | 대광 (Siemens)     | 영인 (SEL)           | 계  |
|------|--------------------|-----------------------------|------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|----|
| 송전선로 | GRL-100<br>GRZ-100 | MDT-F<br>MCD-H#S<br>MDT-H#S | L90<br>D60 | KYP2D1<br>KYD2X1 | REL561<br>REL521 | 7SD522<br>7SA522 | SEL311L<br>SEL311C | 15 |
| 모선   | GRB-100<br>GRB-150 | MBP-H1                      | B90        | -                | -                | -                | -                  | 4  |
| 변압기  | GRT-100            | -                           | -          | -                | -                | -                | -                  | 1  |
| 계    | 5                  | 4                           | 3          | 2                | 2                | 2                | 2                  | 20 |

그림1은 PDAS 시스템 개요를 나타낸 것이다. 전력계통 고장발생시 동작한 보호계전기의 데이터를 원격 취득하고 정밀한 고장분석을 통하여 신속한 고장복구와 보호시스템 선진화로 안정적 전력공급에 기여할 수 있다.

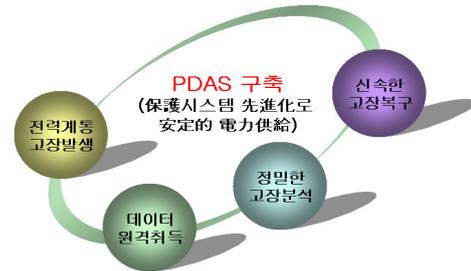


그림 1. PDAS 시스템 개요

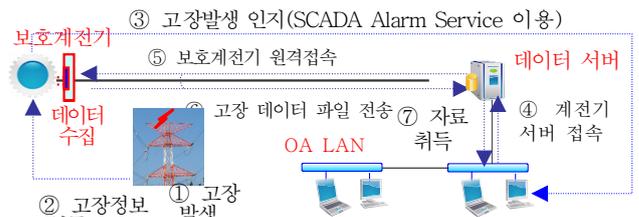


그림 2. PDAS 시스템 구성도

그림 2는 PDAS 시스템 구성도를 나타낸 것으로 고장발생에서 보호계전기에 수집된 데이터를 취득하는 흐름이다. 전력계통 고장발생시 고장을 인지한 후 계전기 서버를 통하여 보호계전기에 원격 접속하여 고장 데이터 파일을 전송 받는 과정을 표시한 것이다. 보호계전기와 데이터서버의 접속방식은 계전기 전면의 RS-232C Port(Serial) 신호를 LAN으로 변환(수집장치)하여 원격에서 접속하고 데이터 서버를 통하여 사용자 PC로 연결한다.

### 2.2 PDAS 시스템 시범운영 결과

현재는 개별적인 취득 파일의 분산으로 고장정보 데이터 베이스 구축이 곤란한 실정이지만 표 3에서의 시범운영 결과에서처럼 PDAS 시스템을 적용할 경우, 시범운영 결과에서와 같이 고장 데이터 수집시간이 5분 이내로 단축하여 고장분석 업무를 집중할 수 있었고 이를 통하여 절감 시간을 타 업무에 활용할 수 있었다. 그리고 고장인지 후 즉시 보호계전기 데이터 취득 및 분석으로 고장현상 파악 및 긴급복구에 기여하였으며, 실시간으로 계측정보 및 보호계전기 입출력정보 취득하여 활용할 수 있다. 또한, 전력계통의 고장현상 기록 파일을 축적하여 향후 전력설비 보호 기술발전 및 고장형태의 변화현상 등의 정보제공을 가능하게 할 수 있다.

**<표 4>. PDAS 설치 전후 고장취득시간 비교**

| 구 분       | 시스템 적용 전                                       | 시스템 적용 후                                     |
|-----------|--|--|
| 고장과일 취득시간 | 1 ~ 수시간<br>변전소 출동 (교통여건에 따라 취득지연)<br>※ 고장분석 지연 | 5분 이내<br>고장 인지 후 On-line 실시간 취득<br>※ 업무효율 향상 |

### 2.3 PDAS 시스템 시범운영 문제점 분석

시범운영 결과 보호계전기 분석 프로그램 운영시스템이 1:1 방식이기 때문에 7개사의 각기 다른 계전기를 보기 위해서는 사용자 PC에 7종 이상의 프로그램을 직접 설치하여야 한다. 이를 확대 운영시는 14종 이상의 분석프로그램 설치가 예상되고 있다. 또한, 사용자가 부서를 이동하였을 경우 프로그램을 재설치하여야 하는 등 불편이 가중될 수 있다. 이를 해결하기 위해서는 사용자PC 중심에서 분석프로그램 전용 어플리케이션 서버를 통한 웹서비스 방식으로 개선하여야 한다. 즉, 사용자는 별도의 프로그램 설치가 불필요하여 편의성이 대폭 향상된 웹 브라우저 방식으로 분석파일을 분석하도록 하는 보호계전기 접속 웹 프로그램을 개발하여 적용하여야 한다.

그리고 사용자 인증환경의 경우, 사내 네트워크 접속가능 직원에 대한 보안 취약한 실정이어서 보호계전기 인터넷 포트 적용에 따른 보안대책 필요하여, 시스템 접속을 위해 사용자관리 및 별도의 인증을 수행하고 있어 서비스 접속이 불편하다.

따라서 서버-사용자간 VPN을 적용하고 PDAS서버를 FA망에 위치하도록 하여 PDAS 전용 방화벽을 구축, OA네트워크 사용자를 차단하도록 하여야 한다. 이로써 파워넷 통합인증을 적용할 수 있어 별도 인증작업이 불필요하여 편리하게 접속 할 수 있다.

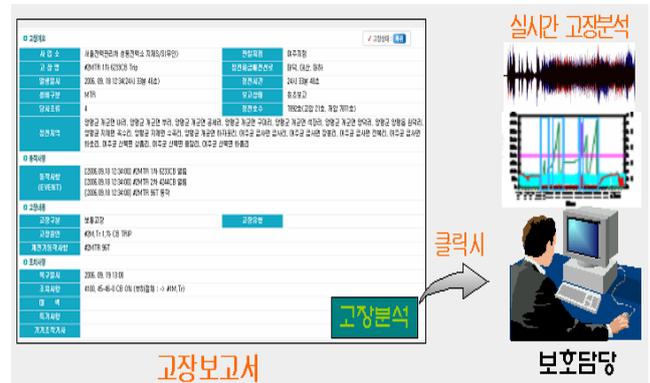
또한, 계전기 보호를 강화하기 위해서 보호계전기 진단에 서지 보호회로를 적용하는 것이 필요하다.

### 2.4 PDAS 확대 시행 방안



**그림 3. PDAS 시행방안**

PDAS 시스템 시범운영결과 발생한 문제점을 분석한 결과 그림 3과 같이 고도화된 고장분석 서비스를 구축하기 위해서는 정전고장관리시스템과의 연계, 보안성 강화, 사용자 편의성향상, 신규서비스 지원이 되도록 하여 송변전 통합정보시스템과의 통합이 요구된다.



**그림 4. 개선된 PDAS 시스템 구성도**

개선된 PDAS 시스템의 주요기능은 그림 4와 같다. 즉, 계통고장이 발생하며 정전고장관리시스템의 전력설비 고장보고서에 분석기능이 생성되고, 계통보호담당자는 분석기능을 이용하여 고장보고서와 함께 보호계전기 사고파일을 실시간으로 분석할 수 있다. 이를 통하여 고장보고서와 사고파일 간 DB를 연계하여 과거고장과 사고파일을 통합화 할 수 있다. 개인PC 또는 Paper형태로 관리하던 시험 및 정정데이터를 전산화하여 고장정보와 연계한 종합적인 시험데이터 및 이력관리가 되도록 시스템을 구축한다. 이를 통하여 편리하고 효율적인 데이터 관리 및 조회기능을 제공할 수 있다.

사용자 접속환경의 경우 다수의 계전기 제작사 및 종류의 다양화로 사용자별 설치운영 분석 프로그램이 14여종이상에 이를 정도로 복잡하다. 따라서 계전기 분석프로그램을 애플리케이션 서버에서 관리하고 사용자 PC에 별도 프로그램(분석프로그램 및 PDAS 클라이언트 S/W 등) 설치가 불필요한 웹브라우저에 의한 접속을 도입하여 사용자가 인터넷 브라우저에 의해 편리하게 보호계전기 접속 및 고장분석을 할 수 있도록 한다.

비인가자의 보호계전기 접근을 원천적으로 차단하기 위하여, PDAS 시스템 전용 방화벽 구축 및 감시정보전송시스템 전용 FA망을 활용하여 보고계전기 ~ 서버간 네트워크를 OA네트워크와 분리한다. 이를 통하여 사용자 및 서버간 VPN 적용으로 비인가자 접속 및 해킹으로부터 보호한다.

그리고 송변전통합정보시스템 설비마스터 DB와 통합하여 DB관리의 효율성을 증대하며, 다종의 전력설비 감시 및 운영시스템간 연계형 DB 구성으로 Intelligent 전력IT 서비스의 초석을 마련하고 파워넷 인증통합과 같이 사내 정보인프라와의 플랫폼 공유로 분석정보의 가공성, 재사용성 확보와 함께 사용자 이용 편의성을 도모한다.

## 3. 결 론

본 논문에서는 전력설비용 보호계전기 원격취득 시스템을 설치하여 시범운영한 자료를 토대로 고장파일 취득시간을 단축하고 정확한 고장자료를 취득하여 분석하는 시스템을 구축하는 방안을 연구하였다.

PDAS 설치후 고장데이터 수집에 따른 출동시간을 절약하여 고장분석 업무를 집중하고 절감시간을 타 업무에 활용할 수 있었으며 고장인지 후 즉시 보호계전기 데이터를 취득 분석하여 고장현상 파악 및 긴급복구 시간을 단축할 수 있는 효과를 거둘 수 있었다.

무인화 변전소의 지속적인 증가와 디지털보호계전기 확대 적용에 따른 전력계통 고장시 신속하고 정확한 보호계전기의 정보 취득은 실시간 고장분석에 대한 전력계통의 신뢰도 향상과 보호배전반 운용에 따른 운영비용을 절감하여 운영의 효율성을 향상시킬 수 있다.

또한, 전력계통의 고장현상에 대한 기록 파일의 축적으로 향후, 통합형 시뮬레이터 개발을 통해 데이터 취득과 분석의 자동화를 실현할 수 있고 사고패턴 분석을 위한 고장자료 축적을 바탕으로 고장내용 분석의 지능화 알고리즘 개발 적용 등 차세대 전력 IT구현을 위한 인프라를 구축할 수 있을 것이다.

### [참 고 문 헌]

[1] 이명희, "신속한 고장분석 및 대처를 위한 보호계전기 데이터 원격 취득 시스템 시범 적용, 송변전처 보호계전팀 보고서, 12, 2006