

TCP/IP 기반 휴대형 극초단파 부분방전 신호취득장치

임재섭, 박기준, 구신근, 윤진열  
한국전력공사 전력연구원

Development of a portable UHF PD signal acquisition system based on TCP/IP

Jae Sup Lim, Kijun Park, Sun-geun Goo, and Jin-yul Yoon  
Power System Laboratory - Korea Electric Power Research Institute

**Abstract** - 본 논문에서는 디지털 오실로스코프와 이더넷(TCPIP)을 기반으로 한 극초단파 부분방전 신호취득 체계를 개발하였다. 원격으로 오실로스코프를 제어하고 측정된 부분방전 신호를 취득, 전송, 저장, 분석할 수 있는 체계를 개발하였다. 기본 구성품으로 최근 발전된 윈도우즈 기반 디지털 오실로스코프와 Labview를 사용하여 가스절연개폐장치(GIS) 내부에서 발생하는 극초단파 부분방전 신호를 측정하고 저장하여 실시간으로 위상분해 분석방법을 적용하여 측정된 신호를 표시하였다.

1. 서 론

국내 전력수요의 증가에 따라 변전설비의 예방진단에 대한 필요성이 증가하고 있다. 대부분 국내 변전소의 기기는 가스절연개폐장치(GIS)로 구성되어 있다. 345 kV 이어 765 kV 변전소가 운전중이며 설비 용량도 크게 증가하고 있다. 특히 변전설비에서 GIS의 고장으로 인한 사회·경제적 파급효과가 매우 높기 때문에 미리 사고를 예방할 수 있는 예방진단연구가 활발히 진행되고 있다. GIS 예방진단의 한가지 방법으로 극초단파(Ultra-high frequency, UHF) 부분방전 상시 감시장치가 국내외에 변전소에 적용·운전되고 있다.[1] 그러나 부분방전 (Partial discharge, PD) 상시 감시장치가 설치되지 않은 변전소에서는 GIS 부분방전을 측정하기 위하여 휴대형 PD 측정장치가 필요하다.

따라서 본 논문에서는 변전소 내에서 GIS 내부의 PD 신호를 신속하게 측정하고 분석할 수 있는 UHF 신호취득장치를 개발하였다. 본 장치는 UHF 부분방전 센서와 UHF 신호처리장치를 사용하여 Windows 기반 오실로스코프로 측정된 부분방전 신호를 이더넷(TCPIP)기반의 부분방전 신호취득장치로 전송하여 분석하고 저장할 수 있도록 설계하였다.

2. 본 론

2.1 장치의 구성

실험실 또는 현장에서 간단하게 사용할 수 있도록 최근 발전된 네트워크로 연결 가능한 디지털 오실로스코프와 Labview software (Labview Ver.7, National Instrument) 를 운영하는 컴퓨터를 기반으로 UHF PD 신호처리에 적합한 전처리장치를 포함하여 전체 신호취득 체계를 구성 하였다. 그림 1은 센서가 연결된 UHF PD 신호취득체계의 기본 구성도이다. 가스절연개폐장치 등에 연결된 UHF 부분방전 센서 또는 외부안테나에서 검출된 신호는 통축케이블을 통하여 신호처리 장치로 공급된다. 신호 전처리장치에 입력된 신호는 느린 sampling 으로도 측정 될 수 있도록 입력신호의 전력이 비례하는 값으로서 낮은 주파수 대역으로 변경되어 디지털 오실로스코프 (TDS-7x04 또는 5x04,

Tektronix)로 입력된다. 아울러 신호 전처리장치는 동기신호검출을 위한 낮은 전압의 AC 전압을 오실로스코프에 제공한다. 디지털 오실로스코프에서 측정된 AC 동기 신호와 센서에서 검출되어 변환된 신호는 TCP/IP 망에 접속된 원격지의 컴퓨터로 전송되어 Labview 로 제작된 부분방전 신호취득장치에서 분석되고 저장될 수 있도록 하였다. 원격지의 신호취득 장치에서 운영되는 프로그램은 Labview 기반으로 제작되었으며 Ethernet을 기반으로 하는 Instrument Driver를 사용하여 디지털 오실로스코프와의 통신을 가능하게 하였다. 따라서 본 측정 장치는 원격으로 오실로스코프를 제어할 수 있으며 실시간으로 부분방전 신호를 측정하고 해석할 수 있는 장점이 있다.

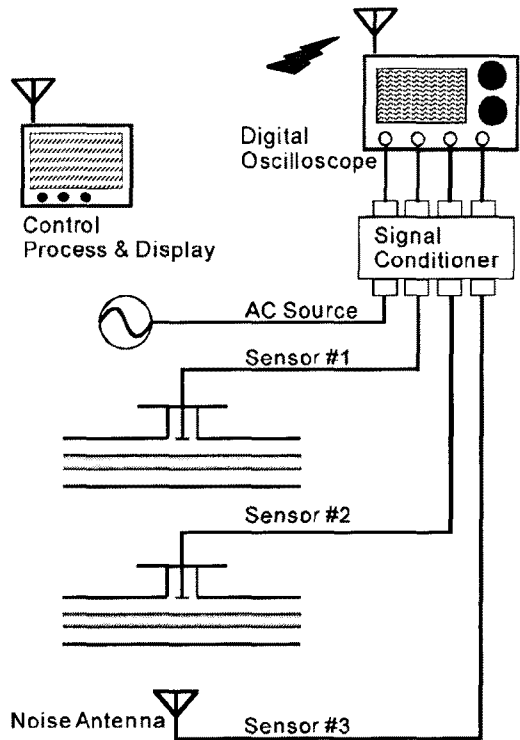


그림 1. UHF 부분방전 신호취득장치 구성도.

그림 2는 부분방전 신호취득장치에서 오실로스코프를 제어하고 데이터취득하고 규격화하는 과정의 흐름도이다. 느린 sampling 에서도 펄스의 크기를 정확히 측정하기 위하여 오실로스코프의 측정모드를 peak detect

로 하였다. 충분히 긴 시간동안 연속하여 측정할 수 있도록 sampling 시간을 조정할 수 있으며 sampling 주기는 1초에 2만5천개 (25 kS/s)로 정하였다. 오실로스코프의 채널은 1번을 AC 전원의 신호로 2번 과 3번 채널은 PD센서의 신호로 4번은 PD 센서 및 외부 안테나로 설정하였다. 오실로스코프로 측정된 PD 신호 및 외부 안테나의 신호는 측정데이터의 규격화를 위하여 1번 채널에서 측정된 AC 전원의 위상과 비교하여 한주기당 256 개의 sample로 (256 samples/cycle) 규격화하였다. AC 전원에 동기되어 규격화된 데이터는 phase resolved pulse sequence (PRPS) 및 phase resolved partial discharge (PRPD) 방법으로 시각화하여 측정된 부분방전 신호를 해석 할 수 있도록 하였다.

그림 3은 그림 2에서 보인 흐름과 같이 제작된 신호취득장치의 동작을 확인하기 위하여 자유 이물질과 부유전극에 의한 부분방전신호와 인가된 AC 전압을 측정한 모의실험의 결과 이다. Sampling rate는 25 kS/s 이고 1초 동안 AC 전압과 방전신호를 측정한 후 PRPS의 방법으로 표시한 결과화면이다. 그림의 PRPS 표시에서 밝은 색은 신호가 비교적 큰 부유전극에 의한 신호이고 어두운색은 비교적 불규칙하고 신호가 작은 particle에 의한 신호로서 각 방전신호의 특성을 잘 표시하고 있다.

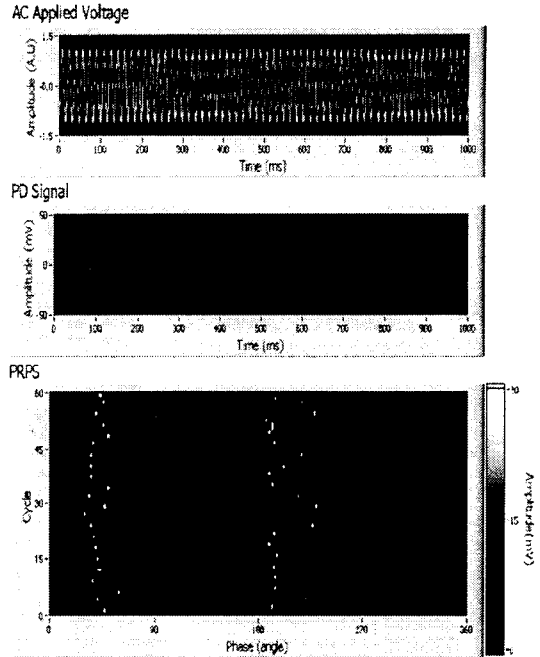


그림 3. 모의 방전실험에 대한 데이터 취득회로의 실험 결과.

## 2.2 부분방전 신호취득장치

위와 같은 방법을 기초로 한 화면에서 오실로스코프를 제어하고 PRPS 와 PRPD 로 변환된 측정 데이터를 볼 수 있도록 프로그램을 제작하였다. 그림 4는 부분방전 신호취득장치의 전체 화면이다. 그림의 좌측에서는 오실로스코프를 설정-제어하고 측정 시스템의 측정 방식을 설정 할 수 있도록 구성하였고 화면 우측은 측정된 부분방전 신호를 해석하여 가시화 시키는 부분으로 PRPS와 PRPD 방식으로 분석하였다. 또한 매년 측정된 신호를 연속적으로 누적하여 PRPD로 분석할 수 있게 하였다. 그리고 각 채널의 부분방전 신호를 분석할 수 있게 화면 우측 하단에 버튼을 제작하였다. 오실로스코프를 설정하는 화면에서는 trigger, acquisition mode, bandwidth, coupling, record length 등을 설정할 수 있도록 구성하였다. 그리고 실시간으로 입력되는 부분방전 신호는 규격화 과정을 거친 후 PRPS 형식 데이터로 저장하여 보관할 수 있도록 하였다.

현장에서 GIS 내부의 부분방전 신호를 정확히 측정하기 위해서는 외부잡음신호의 처리가 필수적이다. 변전소의 가공선로 또는 부실에서 발생하는 광대역 펄스형 잡음은 GIS 내부에서 발생하는 부분방전 신호로 오해될 수 있다. 따라서 본 논문에서는 외부의 잡음에 의한 영향을 제거하기 위하여 noise gating 방법을 사용하였다.[2] 이는 UHF PD 센서로부터 측정된 신호에 대해서 잡음 안테나에서 잡음 신호가 측정될 경우 UHF PD 센서에서 측정된 신호를 무시하고 잡음 안테나에서 잡음 신호가 측정되지 않을 경우 UHF PD 센서의 신호를 받아들여 GIS 내부에서 발생된 부분방전 신호를 추출하였다. Noise gating 방법을 사용하여 PD 신호를 PRPD로 분석하는 우측 화면에서 신호를 누적하여 볼 수 있게 하였다.

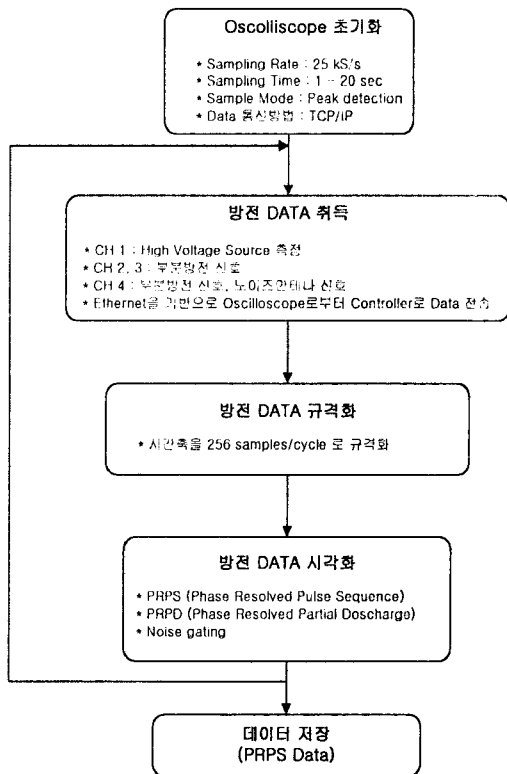


그림 2. 부분방전 신호취득장치 흐름도.

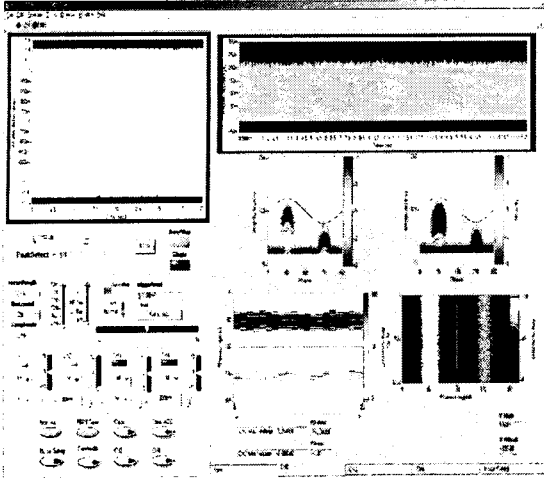


그림 4 부분방전 신호취득장치의 전체화면 (코로나 방전 측정)

### 2.3 PD 측정 시험

위와 같이 구성되어 제작된 UHF PD 신호 취득 장치의 성능을 시험하기 위하여 SF6 가스로 절연된 환경에서의 전형적인 코로나와 부유전극에 대한 실험을 실시하였다. 오실로스코프는 peak detect mode를 사용하였고 이때의 sample rate는 25 kS/s 로서 20초 동안 AC 전압과 부분방전 신호를 측정하였다. 코로나형 PD는 약 12.5kV의 전압에서 측정하였으며 부유전극에 의한 PD는 약 29 kV 에서 측정하였다. 코로나형 PD에 의한 신호를 측정한 화면은 그림 4와 같다. 그림 5에서는 부유전극에 의한 PD 신호를 신호취득장치로 계속적으로 누적하여 PRPD로 표현하였다. 그림 6은 20초 동안 측정된 방전신호의 PRPS로서 흰색부분의 그림이 방전신호로서 부유전극에 의한 방전의 전형적인 형태를 보이고 있다. 또한 측정된 PRPS에 대해서는 좀더 세부적으로 분석하기 위하여 그림 4의 우측 하단과 같이 스크롤바를 통하여 원하는 부분의 신호를 관측할 수 있도록 구성하였다.

### 3. 결 론

본 논문에서는 실험실 또는 현장에서 쉽게 적용 할수 있는 TCPIP 망 기반의 휴대형 UHF PD 신호취득장치를 제작하였다. 망에 연결된 오실로스코프는 원격지에서 제어하고 측정데이터를 분석 할 수 있으므로 장소에 구애를 받지 않고 사용할 수 있다. 측정된 신호를 누적하여 부분방전신호의 특성을 분석할 수 있게 하였다. 또한 현장에서 발생하는 외부 잡음신호를 제거하기 위하여 Noise gating 방법을 사용하여 해석할 수 있도록 하였다. 오실로스코프에서 20초 동안 측정된 부분방전신호를 해석하는데 약 1분정도의 계산시간을 소요한다. 향후 프로그램의 최적화를 통하여 계산시간 단축과 다양한 해석방법을 사용하여 부분방전 신호취득장치의 신뢰성을 높일 계획이다.

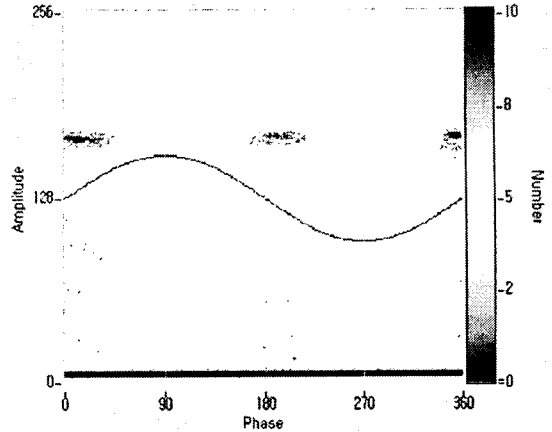


그림 5. 부유전극 방전시 PRPD 화면.

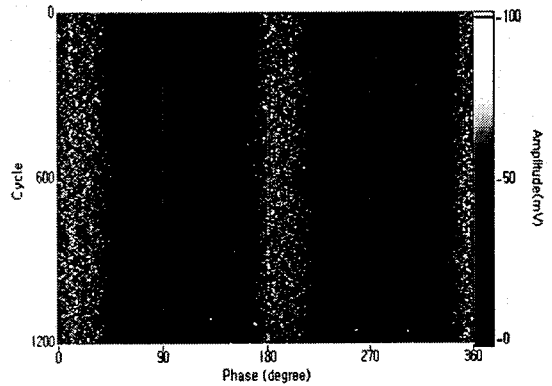


그림 6. 부유전극 방전시 PRPS 화면.

[본 내용은 산업자원부 전력산업 연구개발사업의 기술개발결과입니다]

### [참 고 문 헌]

- [1] 윤진열, 박기준, 구선근, "GIS 부분방전 검출기술 연구", 최종보고서, 전력연구원, TR.98PJ04.J2002.407, 2002.10.
- [2] 윤진열, 박기준, 구선근, 임제섭 "GIS 고장예방을 위한 UHF 부분방전 신호해석 기술 연구 1차년도 중간보고서", 전력연구원, 2003.07.