

UHF 부분방전 상시감시시스템 실변전소 실증시험

구선근*, 박기준*, 한기선*, 윤진열*, 최재욱**, 최철광**, 김영로**, 황철민**, 손지현**, 고민수***
 *한국전력공사 전력연구원, **(주)피에스디테크, ***다음소프트

Site test of UHF partial discharge monitoring system

Sun-geun Goo*, Kijun Park*, Kiseon Han*, Jin-yul Yoon*, Jae-ok Choi**, Chelkoang Choi**,
 Young-noh Kim**, Chul Min Hwang**, jihjan Son** and Minsoo Go***
 *Korea Electric Power Research Institute, **PSD Tech., ***Daum Soft

Abstract - GIS 예방진단을 위해 개발한 "UHF 온라인 부분방전 상시감시시스템"을 실 변전소에 설치하여 실증시험을 수행하였다. 345 kV급 변전소의 GIS 2개 bay를 감시하기 위해, GIS에 설치된 총 14개의 UHF 센서로부터 측정된 방전신호를 변전소 switchyard에 설치된 local unit에서 수집하였다. Local unit에서 UHF 대역의 방전신호를 디지털 신호로 변환한 후, 광섬유를 통해 변전소 급전분소에 설치된 중앙서버에 전송도록 하였다. 중앙처리장치에서는 단위 방전신호의 분석 및 트렌드 분석이 가능하며, 사용자에게 자동으로 방전원인을 알려준다. 설치된 상시감시시스템은 우수한 외부 잡음 제거능력을 보였으며, 측정된 방전신호를 요약하여 사용자에게 reporting하는 등 다양한 편의성을 제공하고 있다.

과 잡음의 영향을 최소화 하기 위해 설치된 상시감시시스템은 세 단계로 주파수를 가변할 수 있는 대역통과필터를 채용하고 있으며, 본 변전소에서는 측정신호로부터 900 MHz 이하의 신호를 제거함으로써 전자파 잡음의 영향을 최소화 하였다. 또한 전자파 잡음은 스펙터로부터 유입되기도 하는데 이를 방지하기 위해 그림 5과 같이 감시대상 bay의 모든 스페이스를 차폐제로 마감하였다.

1. 서 론

대부분 국내 변전소는 가스절연개폐장치(GIS)로 구성되어 있으며 345 kV에 이어 765 kV 변전소가 상업운전을 시작하면서 그 설비용량도 크게 증가하고 있다. 특히 GIS는 고장으로 인한 사회·경제적 파급효과가 매우 높기 때문에 미리 사고를 예방할 수 있는 예방진단연구를 오랜 기간동안 수행하였으며, 그 결과로 UHF(Ultra-high frequency, 극초단파) 부분방전 상시감시시스템을 개발 완료하였다. 개발된 상시감시시스템이 환경적, 전기적 측면에서 다양한 종류의 외란이 상존하는 실 변전소에서의 신뢰도를 검증하고, 시스템의 각종 기능 및 메뉴에 대해 사용자 편의성을 검토 및 개선함은 물론 외부 전자파 잡음에 대한 시스템의 측정 신뢰도를 확인하기 위해 UHF 부분방전 센서가 기 내장된 345 kV급 변전소에 UHF 부분방전 상시감시시스템 시제품을 2005년 10월에 설치하여 2006년 6월까지 8개월간 시험운전하였으며, 본 논문에서 그 결과를 요약하였다.

2. 본 론

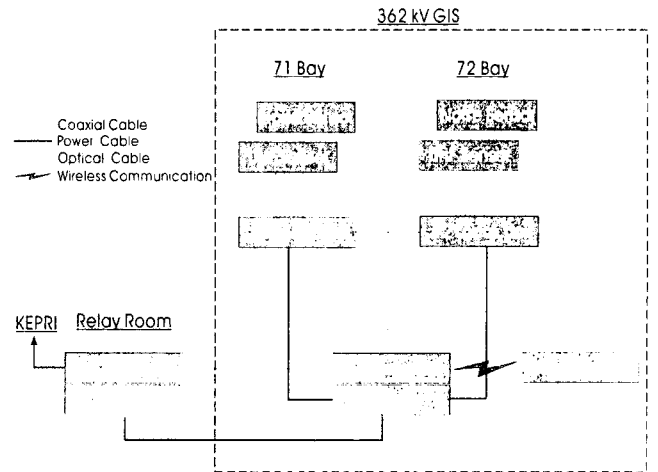
2.1 UHF 부분방전 상시감시시스템의 설치

UHF 부분방전 센서가 기 설치된 345 kV 변전소에 부분방전상시감시시스템을 그림 1과 같은 구성으로 설치하였다. 설치한 상시감시시스템은 345 kV GIS 2 bay를 감시하기 위해 그림 4와 같이 2개의 bay에 기 설치된 14개의 부분방전센서와 외부 전자파 잡음을 감지할 수 있는 2개의 노이즈 센서를 그림 2와 같은 변전소 switchyard에 설치한 2대의 local unit에 연결하였다. local unit에서 측정된 부분방전신호와 전자파 잡음을 전처리하고, 디지털 신호로 변환하여 전기적으로 절연된 광케이블을 통해 power control unit을 거쳐 그림 3의 변전소 계전기실의 중앙 server로 전송토록 하였다. 중앙 server는 전송받은 신호를 저장하고 분석하여 신호원인을 자동으로 추론하여 사용자에게 알려주는 물론 센서별 측정된 신호의 trend를 분석하고, 이에 대한 report를 생성할 수 있도록 하였다.

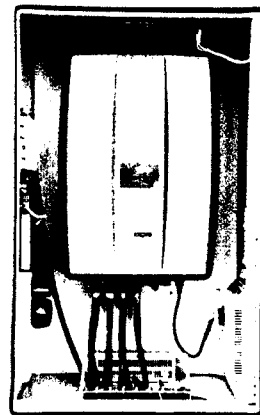
부분방전 상시감시시스템을 인터넷을 통해 원격에서 연결하여 변전소 현장에서와 같이 실시간으로 운영 관리할 수 있도록 하였으며, 현재 전력연구원에서 원격 운영하고 있다. 또한 변전소 switchyard에서도 휴대형 local monitor를 이용해 무선통신으로 직접 sever에 접속하여 운영할 수 있도록 함으로써 상시감시시스템을 언제 어디서든 접속하여 관리할 수 있도록 하였다.

각 local unit에 공급되는 전원은 계전기실에 설치된 UPS로부터 switchyard의 UPS를 통해 공급이 되는데 UPS를 이중화함으로써 switchyard로부터 유입될 수 있는 써지로부터 server를 보호토록 하였다. 변전소의 소내 전원이 상실되더라도 전체 시스템은 정해진 순서에 따라 자동으로 shut down 되고, 전원이 복구될 때 자동으로 start up 되도록 구성하였다.

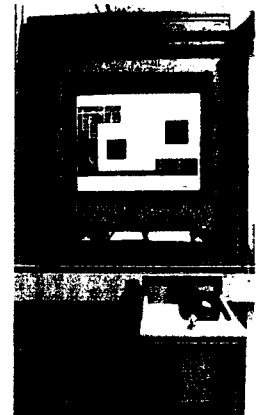
상시감시시스템을 설치한 변전소의 전자파 잡음을 측정하면 900 MHz 이하에서 많은 pulse형 잡음이 존재함을 알 수 있다. 이러한 pulse형 잡음은 주로 변전소 내 부싱이나 가공지선 등에서 발생하는 기중방전으로 그림 4와 같이 부분방전센서가 부싱 하단에 설치된 본 실증시험 대상 변전소에서 특히 문제가 될 수 있다. 이러한 전자



<그림 1> 설치된 UHF 부분방전 상시감시시스템의 구성



<그림 2> 설치된 local unit.



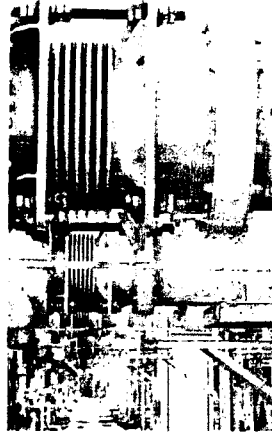
<그림 3> 계전기실에 설치된 server.

2.1 UHF 부분방전 상시감시시스템의 성능

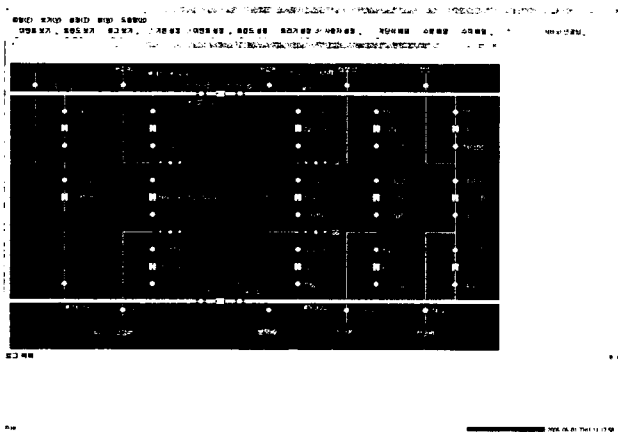
중앙server에 설치된 UHF 부분방전 상시감시시스템의 운영 S/W 초기화면은 그림 6과 같이 구성되어 있다. GIS의 layout과 UHF PD sensor의 위치가 표시된 기본맵에서 부분방전신호가 측정될 경우 해당 해당센서가 점멸하도록 하였으며, 하단에는 발생된 방전신호의 기본정보와 시스템의 상태를 기록한 log가 배치하여 시스템의 기능을 사용자가 한눈에 파악할 수 있도록 하였다.



<그림 4> UHF 부분방전센서의 모습

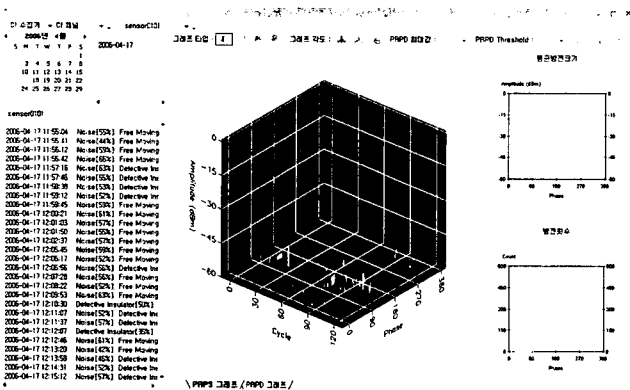


<그림 5> 차폐된 GIS의 spacer.



<그림 6> UHF 부분방전 상시감시시스템 초기화면.

발생된 부분방전신호는 그림 7과 같이 2차원 또는 3차원의 PRPS 및 PRPD로 표시해주고, 탑재된 신경망 회로에서 자동 추론된 방전 원인을 표시해준다. 또한 각 센서에서 측정된 신호의 크기 및 횟수에 대한 trend를 제공하여 사용자가 방전상태의 변화를 간단히 알 수 있도록 하였으며, 각각의 메뉴에 대한 사용자 편의성을 확인하였다. 그리고 각 센서들에서 측정되는 신호를 실시간 seamless streaming으로 관찰할 수 있는 기능도 탑재되어 있어 각 센서별 신호의 변화를 실시간으로 관찰할 때 유용함을 확인하였다.

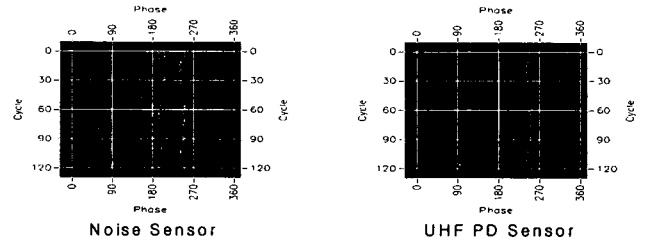


<그림 7> 측정된 신호의 보여주는 event window.

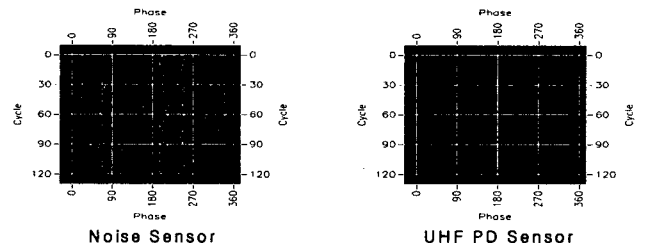
본 부분방전 상시감시시스템에는 noise gating 기능이 탑재되어 있는데, GIS 외부에 설치된 노이즈 센서에서 외부 전자파 잡음이 동시에 검출될 경우 UHF 부분방전 센서로부터 측정된 신호를 무시하는 기능으로, 그림 8과 같이 noise gating을 적용하지 않았을 때 noise 센서에서 측정되는 전자파 잡음이 UHF 센서에 대부분 검출되나 그림 9와 같이 noise gating을 적용하면 대부분의 전자파 잡음

이 제거됨을 알 수 있다. 국내 GIS에 설치된 부분방전센서중 상당수가 그림 4와 같이 부상 하부 또는 인근에 설치되어 있어 외부 전자파 잡음에 취약한 점을 고려할 때 전송한 filter 및 차폐체 사용과 함께 noise gating이 전자파 잡음의 제거에 큰 역할을 할 것으로 판단되며, 실증시험을 통해 noise gating의 사용으로 UHF 센서에 측정되는 전자파 잡음을 1/10배에서 최대 약 1/100배 까지 줄일 수 있음을 확인하였다.

본 상시감시시스템은 이미 공인기관으로부터 각종 전기환경시험을 통과하였으며, 실 변전소에에서도 차단기 개폐동작시, 낙뢰시 맞고온/저온시에도 안정적으로 작동함을 확인하였다.

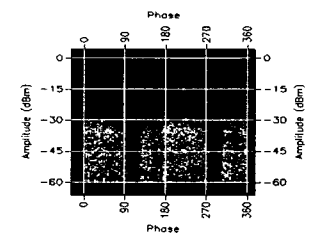


<그림 8> Noise gating을 off 시켰을 때 측정된 신호(PRPS)



<그림 9> Noise gating을 on 시켰을 때 측정된 신호(PRPD).

실증시험 대상 변전소의 bus부에서 부분방전신호가 검출됨을 상시감시시스템을 통해 확인하였다. 검출된 방전신호는 그림 10과 같으며, 방전원인은 절연체 결합으로 추정되었다. 방전횟수는 하루에 10회 내외로 비교적 작아 추적관리중이며, 상태가 악화될 경우 해당 변전소에 분해 및 점검 등의 후속 조치를 권고할 예정이다.



<그림 10> 실 변전소 GIS에서 측정된 부분방전 추정신호.

3. 결 론

345 kV급 실 변전소에 국산화된 UHF 부분방전 상시감시시스템을 설치하여 신뢰성을 검증하였다. 설치된 상시감시시스템은 전자파 잡음의 영향을 최소화하기 위해 가역통과필터와 noise gating을 채용하였으며, 그 결과로 우수한 전자파 잡음 제거능력을 보여주었다. 또한 변전소의 열악한 환경하에서도 안정적으로 동작함을 확인하였으며 상시감시시스템의 운영 S/W 또한 사용자 편의에 맞게 구성되었음을 보여주었다. 특히 현장에서 발생하는 부분방전신호를 감지함으로써 우수한 방전신호 검출능력을 확인하였다.