

수배전반설비 원격감시제어 시스템 구축

김승호, 김일남
한국수자원공사

Remote Control System of Electric Power Supply Facilities

S.H.Kim, I.N.Kim
korea Water Resources Corporation

Abstract - 본 논문에서 제시한 전력감시 시스템은 원주권광역상수도에 적용된 개방형 SCADA 시스템으로 무인화 사업장에 널리 사용되는 설비로서 중앙제어실에서 CRT화면을 통하여 원거리에 위치한 현장설비를 감시할 수 있으며 필요시 제어 명령을 보내서 해당기기를 제어하도록 구성되어 있다. 전기설비를 감시하는 모든 계전기는 디지털로 구성되어 있어 전압, 전류값을 추적하고 판독하도록 되어 있다. 특히 각 판넬 내부에 설치된 폐쇄배전반 절연열화 진단설비는 전력설비 열화 시 발생하는 부분방전 검출을 위해 30MHz대역의 현대역으로 선정되어 있으며, 1초 동안 펄스 크기와 펄스 수량을 측정하여 열화진행과정을 실시간으로 근무자에게 통보하고, 또한 화재감시센서를 이용하여 화재발생 시 배전반 상부에 설치된 개별형 자동소화기가 동작하여 사고 파급을 막도록 구성하였다.

저장되어 최종적으로 운전원의 CRT화면과 Map board에 표시된다. 이 화면을 통하여 원거리에 위치한 현장설과 제어기기를 감시할 수 있으며 필요시 제어명령을 보내어 해당기기를 제어할 수 있다.

1. 서 론

수배전반설비는 현장 공장에서 중요한 설비의 일부분으로 기존의 유지보수 방법은 설비 운영자의 현장 순회 점검으로 설비의 이상유무를 사고 파급 직전에서야 판단할 수 있는 단점을 나타내고 있다. 원주권광역상수사업을 추진하고 있는 황성권건설단에서는 선진기술을 도입한 수처리공정과 황성형 소수력발전기 도수가압장과 정수장 수변전설비를 최소의 인원으로 정수장 중앙제어실에서 집중 원격제어토록 구축하였다. 수배전설비의 상태감시는 디지털 보호계전기로 구축되었고 판넬내부 설비 진단은 부분방전 시 발생하는 특정 주파수를 측정하여 열화 상태를 감시하는 열화감지시스템[2] 그리고 화재 사고에 대비하여 개별형 자동소화설비를 설치하였다. 각 현장과 중앙제어실간의 원방 감시제어를 위하여 광케이블을 포설하였고 RS-485통신으로 SCADA시스템[1]을 적용하였다. 각 설비의 상태를 추적하는 Trend기능을 포함하여 경보기능,사용자의 사용이 편리한 소프트웨어를 적용하여 운영의 효율성을 가져오도록 하였다. 따라서 디지털계전기와 계측기 그리고 열화감지시스템의 적용을 통하여 정전시간 단축 및 사전에 발생될 수 있는 모든 사고를 미연에 방지하여 완벽한 설비의 운영을 구축하였다.

2. 본 론

2.1 SCADA 시스템

그림1과 같이 SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition)시스템은 컴퓨터의 정보수집, 처리, 분석 및 제어기술과 통신기술이 통합된 시스템으로 컴퓨터 및 컨트롤러를 이용하여 데이터를 취득하며 관리대상을 관리,감독한다. 또한 중앙에 위치한 컴퓨터 시스템과 현장에 설치된 field device로부터 각종 데이터를 수집하는 RTU와 디지털계측기,계전기등으로 구성하며, 통신 제어장치를 통한 데이터는 원거리 통신을 통하여 중앙의 컴퓨터 시스템으로 수집되어 중앙에서 분석,처리,

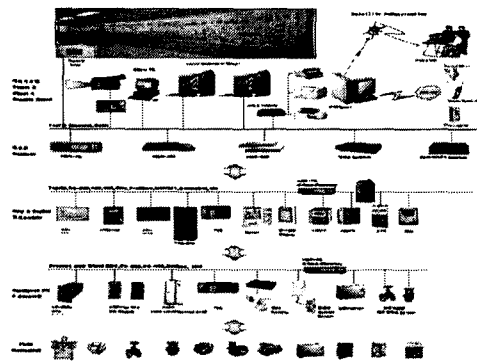


그림1. SCADA 시스템 구성도

2.2 폐쇄배전반 절연열화 진단시스템

배전반 내에는 MOF,VCB,PT,CT,LA,TR, Bus-bar 등 여러 가지 전기설비가 내장되어 계통운영을 이루고 있다. 전기설비 내,외부사고시 계전기가 동작하여 사고 파급을 막을 수 있지만 기기내부에서 발생하는 절연저하 발생시 계전기는 쉽게 동작하지 못하는 단점을 나타내고 있다. 따라서 이를 극복하고자 열화감지 시스템을 적용하였다.

2.2.1 절연열화 원인 분석

배전반에 설치된 기기들은 각종 사고시 발생하는 과도 전류와 장기간 파여자 과부하에 의한 스트레스, 연결부 위에서의 arcing 현상 등으로 부분방전과 함께 절연파괴가 발생하게 된다.

[표1] 방전 대상물

종 류	대 상 물
내부 방전	-TR,CT,PT등 기기 내부
	-케이블 접속재 내부
	-변압기 충전 단락 및 지락사고
연면 방전	-BUS 지지대자 표면
	-피뢰기, SA애자 표면
	-변압기 표면
코로나 방전	-BUS, 케이블 접속부위
	-차단기 접속부위(고정자,가동자)
	-변압기탭,DS,COS등 개폐기 접속부위

표1과 같이 설비의 내,외부에 절연저하 또는 접속불량으로 내부방전,연면방전,코로나방전이 나타나며 노이즈 발

생과 함께 특정전자파를 발생하게 되다. 그림2와 같이 입력된 교류주파수 파형에 의한 주기성을 가졌으며, 전기기기 대상물에 대한 부분방전별 위상 분포도를 조사한 결과 내부방전($\pm 45^{\circ}, 135^{\circ}$), 연면방전($45^{\circ}, 90^{\circ}$), 코로나방전(90°)으로 구분되어 분석이 가능하도록 하였다.

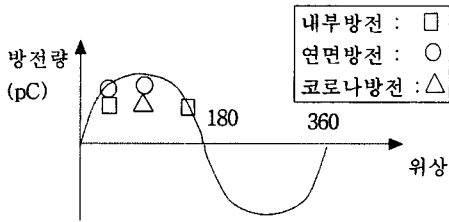


그림2. 방전종류별 방전패턴

2.2.2 절연열화 ON-LINE 진단시스템

그림3과 같이 이상열화 현상으로 전기기기 내부 또는 외부에서 전자파를 발생하게 되면 배전반 내부에 설치된 무방향성 검출 안테나를 통하여 검출장치로 입력된다. 검출장치 내부에서 노이즈를 제거하고 RS-485통신으로 중앙제어실 CRT 화면에서 감시 및 경향을 관리하도록 구성하였다.

그림3의 측정장치에서는 그림4와 같이 부분방전 발생시 협대역 주파수 30(MHz)대역에서 펄스의 크기와 펄스 수를 측정하며, 절연열화 진행에 비례하여 펄스 간격 t는 좁아지고 펄스의 크기 L은 증가한다. 따라서 펄스의 크기 pC(pico-Coulomb)와 펄스 수 PPC(Pulse per Count) 그리고 시간 t를 종합적으로 분석하여 1(sec)내에 PPC가 1000, pC가 570이상일 경우 부분방전 관리시점으로 판정하도록 프로그램화 하였다.

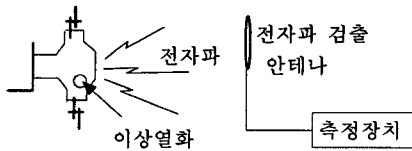


그림3. 검출구성도

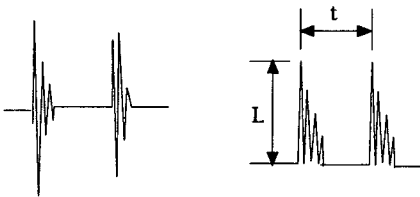


그림4. 펄스 주기 및 크기

2.3 현장적용 사례

평성권건설단에서 구성한 전력감시시스템의 SCADA 시스템은 중앙집중 감시제어 시스템으로 상위 시스템과 하부 시스템으로 구분되었다. 상위 시스템은 전력설비 운영에 필요한 입출력 포인트 및 제어알고리즘을 구성하는 엔지니어링 station 모듈과 전력설비의 운전자 감시 및 제어를 수행하는 운영자 모듈로 구성되었다. 하위 시스템은 실제 현장의 입출력 정보를 읽어 각종 제어기능을 수행하는 PCM(통신제어장치)과 현장 입출력 데이터 관리를 수행하는 ICM(RTU, 디지털계전기, 디지털계측기, 열화감지 시스템, 자동 화재감지 시스템)으로 구성되었다.

2.3.1 SCADA 시스템 구성

그림5는 현장에 적용된 전력계통도이며, 각종 설비를

자동, 수동, 원격제어가 가능하도록 제어기능을 부여하였고, 종합경보 현재경보 데이터경보 품질경보 시스템경보 이벤트경보 경보이력 및 경보 종류별 기능을 제공하였다. 수집된 데이터를 분석하여 각종 모드 of the 보고서 출력 기능을 제공하도록 하였고, DDE/Excel, 그림6과 같이 Spread Sheet 등의 소프트웨어와 보고서, data를 손쉽게 호환할 수 있도록 기능을 갖추었다.

또한 그림7과 같이 데이터 변화값에 대한 추이를 그래프 및 데이터 형태로 표시하여 설정된 각종 파라메타와 수집된 데이터와 비교 분석할 수 있는 기능을 갖추었다.

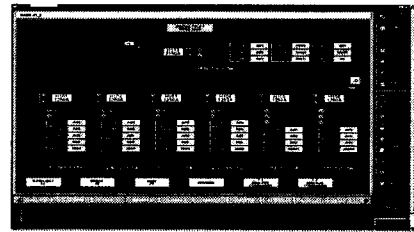


그림5. 전력계통도

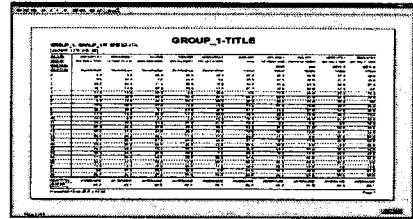


그림6. Spread Sheet Form

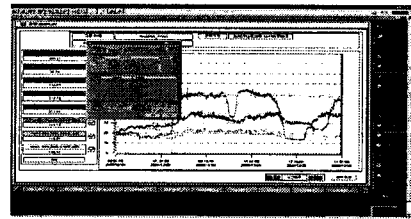


그림7. 각종 data의 추이

2.3.2 절연열화 시스템 구성

그림8은 도수가압장과 정수장의 변압기반, 모타 기동반 및 콘덴서반, 차단기반, 모선반내의 일정한 공간에 열화진단 장치를 설치하여 부분방전이 발생하면 무선안테나를 통하여 절연과피 정도를 감시할 수 있도록 하였다. 그림9는 그림8의 측정장치에서 검출한 주파수를 SCADA시스템에 보내 부분방전시 발생하는 펄스의 크기와 수량을 감시할 수 있도록 구성하였다.



그림8. 열화감시장치 설치도

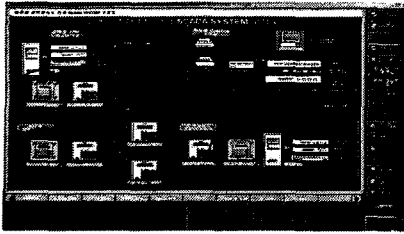


그림9 열화감시장치 구성도

열화정도가 심하여 부분방전 관리시점에 도달하게 되면 정밀진단(고조파 CT를 이용한 펄스측정)을 병행하여 사고의 파급을 막을 수 있도록 하였고, 또한 배전반 내에 설치된 화재감지센서는 자동적 방지를 위하여 온도와 연기감지를 연계하여 동작하도록 하여 화재 발생 시 배전반 상부에 설치된 개별형 소화기가 동작하도록 하였다.

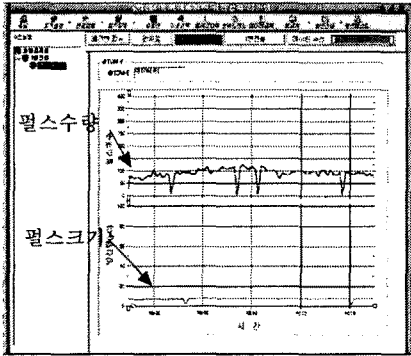


그림10. 정상상태 Trend

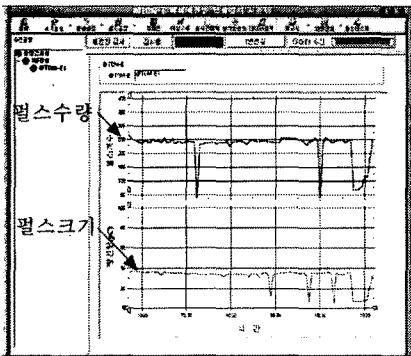


그림11. 과도상태 Trend

그림10과 그림11은 SCADA 시스템의 실시간 Trend에서 8분간 펄스의 수와 크기를 나타낸 그래프이다. 펄스의 수량 PPC는 $30(\text{MHz}) \pm 0.5(\text{MHz})$ 주파수 대역에서 1(sec)동안 나타난 수의 합이고, 펄스의 크기 pC는 1(sec)동안 나타난 펄스의 량을 나타낸 것이며, 그래프에서 작은 값이 주시적으로 나타나는 것은 협대역에서 판넬 내부에 순환하는 노이즈 발생량 이다. 부분방전의 진행정도는 펄스의 량과 크기를 조합하여 판정하고 있으며, 그림10은 펄스의 크기는 거의 나타나지 않고 펄스의 수량만 간헐적으로 나타나는 것은 사고 가능성으로 판정할 수 없다. 그림11과 같이 펄스의 수량과 크기가 불규칙적으로 나타나고 수치도 이상현상을 나

타내고 있다. PPC는 250, pC는 40을 나타내고 있어 관리 상태에는 도달하지 않았지만 부분방전 발생 가능성을 보이고 있다. 따라서 부분방전 Trend를 더욱 관찰하여 설비 운영에 관심을 가져야 한다.

3. 결 론

원주권광역상수도사업에서 추진하고 있는 수배전반 원격감시시스템 운영은 최소의 인원으로 최대의 효과를 가져오기 위하여 구축한 시스템으로, 중앙제어실에서 약 1[km]떨어진 도수가압장 2,000[kVA]전기설비와 분산된 정수장 3,500[kVA]의 전기설비를 통합관리 하고자 하였다.

따라서 모든 전기설비는 실시간 통신을 통하여 전류 전압 전력등을 Trend하여 감시하도록 하였고, 전기설비의 고장 발생 가능성을 예측하기 위하여 열화감시시스템을 도입함으로 정전사고를 줄이고, 전기기기의 잔여수명 예측을 통하여 전기설비 운영에 만전을 기하고 수선유지비 등의 예산절감을 가져올 수 있다.

(참 고 문 헌)

- [1] 현대중공업, "다기능 일체형 디지털 보호계전기 기술자료", HIMAP, HICAM, P5~88, 2002.6.
- [2] (주)피에스디테크, "폐쇄배전반 절연열화 on-line 진단시스템, P4~17, 2002.6
- [3] 김재철 외, 폐쇄배전반내의 방전 현상연구 및 측정기에 의한 기준제시, 송실대학교(연구보고서), 2000
- [4] 2001년 전력기기 절연진단 기술, 한국전기연구원
- [5] 22.9KV 배전용 전자파 불량예자 검출기 개발연구, 한국전력공사 전력연구원(연구보고서), 2001
- [6] 김정태 저, "고전압이륙과 응용" 교우사
- [7] 강창원 외, 폐쇄배전반 내의 이상진단을 위한 방사전자파 검출장비에 관한 연구, 과학기술부, 2000. 8