

송전선 운용 중심의 송전선 감시 시스템

정재기, 최윤종, 신동혁, 이승수
한빛EDS(주)

Transmission Monitoring System Development Based on Mobile and Web Environment

Jae-ki Jeong, Yun-jong Choi, Dong-hyuk Shin, Seung-soo Lee
HanbitEDS. co., Ltd

Abstract - 전력 공급을 위한 송전 설비는 낙뢰 및 온도 변화에 직접적인 영향을 받고 있으며, 이런 환경적 영향에 의해 안정적인 전력 공급이 어려운 실정이다. 환경 변화에 따른 송전선의 합리적인 운용과 안정성이 부각되면서 송전 설비를 관리하는 시스템의 도입이 필요한 실정이지만, 막대한 건설비용과 운용시 발생하는 전자파 문제 등으로 인해 쉽게 적용하지 못하고 있는 실정이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 관리적인 측면과 경제적인 측면을 고려하여 환경 변화에 따른 송전선의 이상 변화를 감시하고 관리 할 수 있는 시스템의 도입이 필요하며, 본 연구에서는 이런 문제점을 개선하는데 역점을 두었다.

1. 서 론

송전선의 온도와 전류는 송전선 온도 센서를 이용하여 측정하고 필요한 전원은 송전선에 흐르는 전류를 이용하여 공급하는 구조를 갖는다. 이렇게 측정된 전류 및 온도는 RF 통신 장치를 이용하여 현장 데이터 취득 장치(FDAS; Field Data Acquisition System)장치에 전송한다. 또한, 현장 데이터 취득 장치는 각종 기상 센서에서 취득한 환경 감시 데이터를 수신 받아 CDMA 통신 장치를 이용하여 MMI 서버로 전송한다. 관리자는 서버 프로그램을 이용하여 데이터를 확인하고 관리 자료로 이용할 수 있게 된다. 본 연구에서는 이런 일련의 감시과정과 데이터 처리 과정을 전력 설비에 도입하고 전력 계통의 효율적 운영과 안전성을 꾀하는데 목적이 있다.

2. 본 론

본 절에서는 서론에서 언급한 연구내용에 대해서 설계, 제작 및 시험한 결과를 기본으로 현장 실증시험에 사용되고 있는 시스템 전반에 대해 사진 및 그림으로 서술하며 구체적인 부분으로 서술하였다.

본 시스템은 송전선의 전류와 온도를 원격 측정하는 시스템 구축을 위한 자국에 해당되는 철탑에 설치되며 원격지 모국 시스템과 무선 통신망(VHF, CDMA)을 통해 Network를 구축함으로써 송전선로의 시설등을 효율적으로 관리 할 수 있으며 구성 장치들을 제어하고 그 상태를 정하여 모니터링하는 Sensor Network System의 노드가 되는 시스템이다.

시스템은 크게 5가지로 구분하면 첫째, 무선통신이 가능한 송전선 비접촉식 온도 센서 둘째, 현장 데이터 취득 장치 (FDAS) 셋째, 전파법규에 준 한 통신망을 이용한 이동통신장치 넷째, 가공지선 전류 변환 전원 공급 장치

다섯째, MMI 서버로 구분된다.

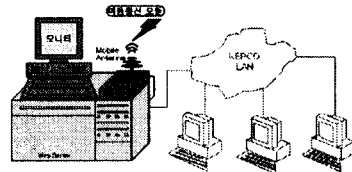
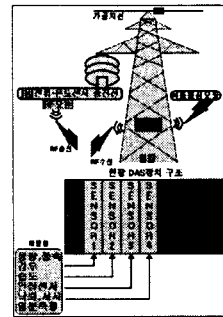


그림 1. 연구 개발의 개요도

2.1 개발제품의 설명

2.1.1. 송전선 비접촉식 온도 센서

물체의 온도를 측정하는 주된 방법으로 백금센서(PT100)등의 금속을 사용하여 측정물의 온도에 따라 금속의 저항 값이 변화를 측정하는 방법이 사용되고 있다. 이러한 방법은 센서와 측정물의 접촉이 이루어져야 하기 때문에 표면이 고르지 않은 경우에는 온도센서와 측정물의 접촉면이 적어 올바른 온도 측정을 할 수 없다.

본 연구에서는 측정하고자 하는 대상물은 전선의 표면으로, 표면이 고르지 않고 전선이 연선인 관계로 장착의 경우 결합도가 보장되지 않는 단점이 있어 비접촉식 방법을 적용하였다. 여기서 적외선을 이용한 온도센서는 절대온도가 0[K] 이상에서 모든 물체는 적외선을 방사하고 있다는 물체의 특성을 이용한 것이다.

2.1.2. 센서의 구조

센서는 비접촉 온도센서로 송전선의 온도를 측정하고 CT를 이용하여 송전선의 전류를 측정한다. 측정 데이터는 RF 통신 장치를 이용하여 현장 데이터 취득 장치로 데이터를 송신하는 구조이다. 또한, 온도센서 및 RF모듈에 전원을 공급하기 위해 CT를 이용한 전원을 공급하는 구조로 이루어져 있다. 활성상태에서도 송전선의 구조 변경 없이 체결할 수 있는 Clamp형 구조이며, 송전선로

에 직접 체결하여 잠금 및 고정 할 수 있는 구조로 되어 있다.



그림2. 온도 측정센서부의 내부구조

[송전선 온도 센서의 세부 사양]

항 목	내 용	범 위
물리적 특성	직경	23cm
	폭	9cm
	중량	3kg
	설치 환경	주위온도: -40℃ ~ +70℃ 상대습도: 최고 95% 표 고: 해발 1000m 이하 풍 속: 50m/s 이내
송전선로 사용환경	154kV ~ 800kV(코로나 상관없음)	
전원 공급	외부전원공급 필요하지않음. 선로에 흐르는 전류에의해 생성되는 자계를 이용한 전원임.	
	최소동작 전류	50Arms이상에서 동작
측정	측정전류 범위	100 ~ 2000A 오차율:2%이내(Full Scale)
	측정온도 범위	-20℃~300℃ 오차율:2%이내(Full Scale)
		방식:비접촉식
통신	데이터 전송속도	1200bps ~ 115kbps(Max)
	통신거리	300m(가시거리)
센서 취부	적용전선	ACSR 120㎡ ~ 610㎡
Option	이도측정 유효)	송전 선로의 이도관리(하계절 유효)
	선로 고장전류	200kA(낙뢰파형포함)

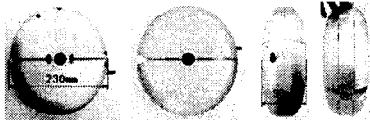


그림 3. 송전선 비접촉식 온도 센서 사진

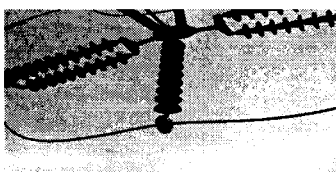


그림 4. 송전선 비접촉식 온도 센서 선로 취부 사진

2.1.3 현장 DAS

가. 현장 DAS 장치의 기능 및 구조

현장의 DAS 장치는 송전 첩탑에 부착된 모든 센서들의 측정 Data를 취득하여 CDMA 모듈을 이용하여 관리자가 있는 관리소까지 Data를 전송하게 된다. 이 현장 DAS의 전원은 기존의 항공장애등에 사용하는 태양전지를 이용하여 공급될 수 있고, 본 연구에서 시작품으로 개발한 가공지선 전류 변환 전원 공급 장치의 전원을 겸용으로 사용할 수 있으며 현장에 장착되는 센서가 많은 경우에는 복수개의 전원 공급 장치를 병렬 연결하여 전원 공급을 원활히 할 수 있도록 설계되었다.



그림 5. 데이터 취득 장치(DAS)

[현장 DAS의 세부 사양]

항 목	내 용
CPU 모듈	시리얼 통신 포트 13개 내장 1개월 데이터 저장 기능(전류 및 온도) 전면 표시부(Graphic LCD 128*64) - 전류값, 온도값, A/I, D/I, D/O 입출력 값 및 상태 표시
통신 모듈	RS232 Port 3개(RJ-45) RS485 Port 2개(RJ-45) CDMA용 1EA내장 RF통신용 1EA 내장
AI 모듈	입력점수: 16CH 아날로그: DC0~12V
DO 모듈	Relay 출력 타입:출력점수: 8 point Transistor 출력 타입:출력점수: 8 point
DI 모듈	외부 입력 점수: 16 Point 정격 입력 전압: DC5V~DC24V
전원 모듈	전원입력:DC12V 출력전압:DC12V 3A,DC5V 3A Battery 충방전 모듈: 솔라셀 충전회로 내장 과충전 및 과방전 방지회로내장 가공지선을 이용한 전원장치 내장 Battery 연결 커넥터 2개 솔라셀 51W 2개사용 Battery DC12V 40Ah 3개 사용

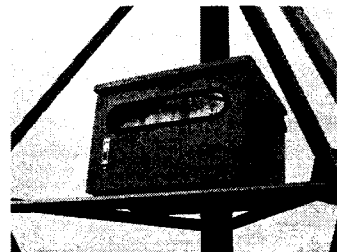


그림 6. 현장DAS장치의 설치 전경

나. 가공지선 전류 변환 전원 공급 장치

송전철탑의 가공지선 전류를 이용한 전원장치는 가공지선에 항상 흐르고 있는 수십~수백A의 전류를 변류기를 사용하여 전원으로 변환하는 방식을 이용하여 개발하였다. 태양전지가 기 설치된 곳에서는 태양전지와 함께 병행 이용할 수 있도록 개발 되었다.

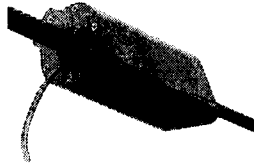


그림 7. 가공지선 전류를 이용한 시스템 전원 장치

다. RF 통신 장치

RF 통신장치는 송전선 온도 센서에서 취득한 데이터를 현장 데이터 취득 장치로 송출하기 위해 사용한다.

라. 이동통신 모듈(CDMA)를 이용한 데이터 전송장치

CDMA 데이터 전송장치는 현장 데이터 취득 장치에 저장된 데이터를 관리자에게 전송하기 위한 장치이며, Local Unit과 Main Unit로 구성된다.

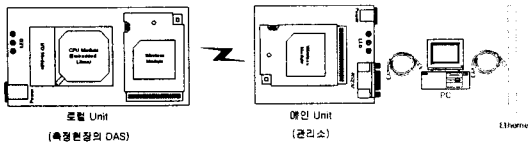
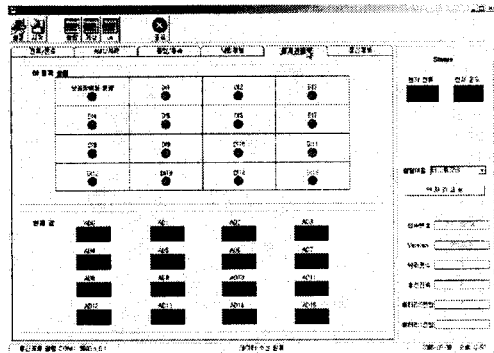


그림 8. 기본적인 망구성도

2.1.5 MMI 서버 및 웹서버 구축

가. 구현된 서버 프로그램

아래의 그림은 통신 중 현재 데이터를 표시한다. DI와 AI값을 표시하도록 되어 있다. 우측에는 Remote Unit로부터 수신된 데이터가 표시된다. 필요할 때에 [현재값요청] 버튼을 클릭하여 접속, 수신할 수 있다.



메인서버와 RTU는 CDMA 모듈을 이용하여 통신하도록 되어 있다. 1개의 메인서버가 다수의 RTU의 데이터를

를 받아와 통합, 관리한다. RTU는 원격지(철탑)에 장치되며, 메인서버는 일반 윈도우 기반의 컴퓨터에 프로그램과 CDMA 모듈을 설치하여 사무실에 설치하도록 되어 있다.

나. 데이터베이스

현재 구현된 서버프로그램은 범용 DB를 이용하지 않고, 처리속도를 위하여 자체 파일 형식을 이용하고 있다.

1). 트렌드 DB

센서들의 트렌드 데이터를 확인하기 위하여, 일반적인 기상 정보와 같은 형식의 데이터를 저장하고 처리한다. 10초 평균 값, 1분 평균 값, 10분 평균 값, 1분 최대값, 10분 최대값, 1시간 최대값, 매 정시 값, 1일 동안 매 정시의 평균 값, 1일 동안 매 정시의 최대값을 처리하여 필요한 데이터 요구에 응답할 수 있다.

2) 이력데이터 DB

현재 다루어지고 있는 이력 데이터는 낙뢰 포착 데이터가 있다. 낙뢰 과형을 이벤트별로 관리하여 검색, 표시할 수 있으며, 매월 일어난 이벤트의 수를 합산하여 검색/표시할 수 있다.

아래의 그림은 STACIR 전선 330SQ에 허용온도 210인 154kV 송전선의 실제 전류 및 온도의 변화 추이를 동일 시간으로 취득된 데이터를 나타낸 것이다.

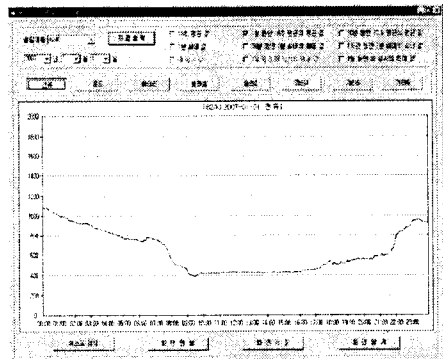


그림 9. 1일 동안 1분 평균값의 전류 데이터

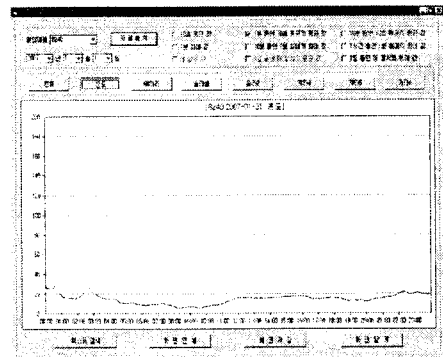


그림 10. 1일 동안 1분 평균값의 전선온도 데이터

다. 웹서버

윈도우의 IIS 기능을 이용하여 웹서빙을 할 수 있다. 측정된 데이터를 이용하여 웹페이지를 생성, 홈디렉토리에 적당한 파일을 저장하는 방법으로 처리가 되어 있다. 따라서 일일마다 페이지가 갱신되어간다.

3. 결 론

본 연구는 송전설비의 중요성을 감안하여 이동통신과 인터넷을 기반으로 한 송전선 운용중심의 송전선 감시시스템의 현장 적용 가능성을 입증하였으며, 연구 성과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 송전선의 온도 및 전류를 측정하여 RF 통신으로 데이터 수집 장치에 데이터를 송신할 수 있고 송전선에 상시 흐르는 전류를 이용하여 자체 전원을 공급할 수 있는 기능이 내장된 “송전선 온도센서” 개발

둘째, 가공지선에 상시 흐르는 전류를 이용하여 “현장 데이터 취득 장치”에 전원을 공급해 줄 수 있는 “가공지선 전류 변환 전원 공급 장치” 개발

셋째, 여러대의 “송전선 온도센서”의 데이터를 수신하여 처리하고 CDMA 통신 방식을 이용하여 MMI 서버에 데이터를 송신 할 수 있는 “현장 데이터 취득 장치 (Field Data Acquisition System)” 개발

넷째, 여러대의 “현장 데이터 취득 장치”의 데이터를 수신하여 처리하고 관리 할 수 있는 “MMI 서버” 개발

개발 제품은 전력연구원의 실증 시험장에서 신뢰성 실험을 실시하였으며, 시사용을 제작하여 모 전력소에서 현장적용 운용한 결과 신뢰성 있는 결과를 도출하여 장치의 우수성을 입증하였다. 따라서, 본 연구에 의해 개발된 “송전선 감시시스템”은 송전선 운용 관리 및 유지 보수에 일조 할 수 있을 것으로 확신하며 송전선 안전 운전에 기대 하였으면 한다.

[참 고 문 헌]

[1] 김성덕(Sung-Duck Kim, 金成德), 이승수(Seung-Su Lee, 李承秀), 장태인(Tae-In Jang, 張太因), 강지원(Ji-Won Kang, 姜地原), 이동일(Dong-II Lee, 李東一), “기상예보시스템을 이용한 가공송전선의 단기간 동적송전용량 예측”, 한국조명·전기설비학회, 조명·전기설비학회논문지 제18권 제6호, 2004년

[2] 김상수, 우병철, 김병걸, 이회용, 김봉서, “가공송전선(ACSR) 용 강선의 피로 특성 (Fatigue Characteristics of Steel Wire in Aluminum Conductor Steel Reinforced)”, 춘추학술대회 제2권 제1호, 90~95쪽, 1999년