

한전의 새로운 낙뢰측정 네트워크 KLDNet

우정욱¹, 곽주식¹, 심응보¹, 원봉주², 문재덕³
 한전 전력연구원¹, 한전 송변전처², 경북대 전기공학과³

The new lightning detection system of KEPCO Lightning Detection & information Network

J.W. Woo¹, J.S. Kwak¹, E.B. Shim¹, B.J. Won², J.D. Moon³
 KEPRI¹, KEPCO², Kyungpook University³

Abstract - Lightning induced faults accounts for more than 66% at the transmission lines of KEPCO. The lightning causes damages to power system equipments including transmission line, the shut down of electricity and the electro-magnetic interference. Because of this reason, we need the real time lightning information for the optimal operation of power system. And, it is required to obtain and accumulate the lightning current parameters for the insulation design.

A lightning detection system, LPATS, has been operated since 1995 in KEPCO. For the improved detection efficiency, we had in stalled the new lightning detection network named as KLDNet in 2005. Also, we had developed the new software for the lightning parameters analysis and real time information service on the WE B. In this paper, we would like to introduce about the new system.

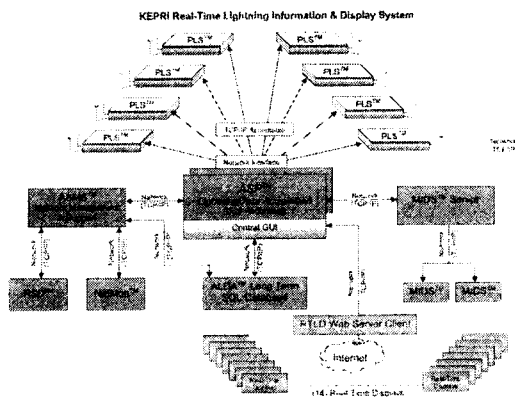
1. 서 론

한국전력공사는 발전소에서 생산된 전력을 소비자에게 전달하는 네트워크의 운영을 담당하고 있다. 이러한 전력수송망의 고장이나 이상동작은 즉각적으로 엄청난 영향을 전력소비자와 생산자 모두에게 끼치고 있다. 특히 여름에 발생이 활발해지는 낙뢰에 의하여 가장 큰 영향을 받고 있다. 통계에 따르면 매년 낙뢰로 인해 발생하는 송전고장은 전체의 66% 이상을 차지할 정도이다. 이처럼 낙뢰는 전력회사에서 매우 관심 있게 다루고 있는 대상이다. 대개의 경우 낙뢰에 의한 영향은 일시적으로 나타났다가 제거되지만 송전설비에 물리적 손상을 입히는 경우 가급적 빠른 시간내에 복구되어야 한다. 신속복구를 위해서는 낙뢰유발 고장위치의 빠른 확인이 필수적이다. 한편 낙뢰의 발생 지역과 크기에 대한 중장기 측정 데이터로부터 전력설비에 대한 내뢰설계를 도출할 필요성이 요구되어 진다. 이를 위해서 한국전력에서는 1995년 LPATS라고 하는 낙뢰측정설비를 운영하여 왔으며 2005년에 개선된 성능의 낙뢰측정네트워크인 KLDNet을 설치하고 운영을 시작하였다. 본 논문에서는 이 새로운 설비의 구성과 성능에 대하여 소개하고자 한다.

2. 본 론

2.1 한전낙뢰감지 네트워크 KLDNet의 구성

제안된 시스템은 그림 1과 같이 8개의 낙뢰측정센서로 구성되어 있다. 이들 센서들은 전력연구원의 낙뢰 감지 네트워크의 사용을 위해 전국적으로 배치되어 있으며 인터넷 통신망을 통해 중앙분석장치로 측정된 낙뢰신호를 바이너리데이터로 전송한다. 이 모든 센서들은 원격으로 동작상태와 수리 업그레이드의 조작이 가능하다.



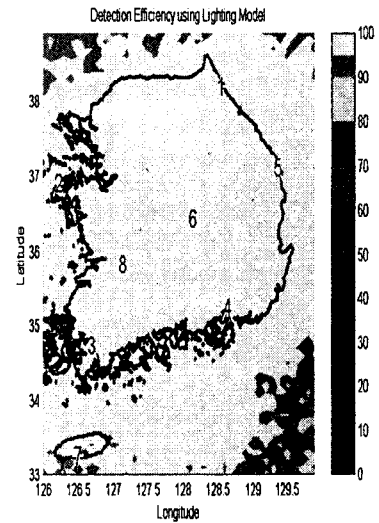
<그림 1> KLDnet 시스템 구성

중앙분석장치에서 처리된 데이터는 낙뢰의 발생 위치, 시간, 전류크기를 포

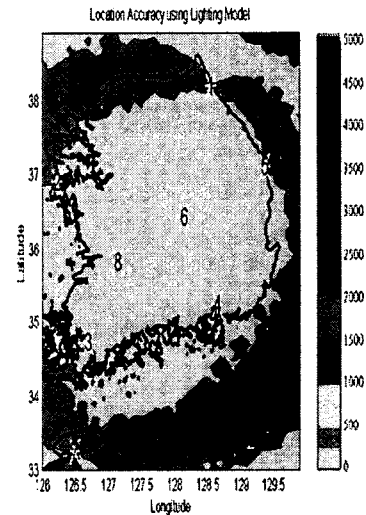
함하며 DB서버에 보관되어진다. 동시에 낙뢰정보 표출 장치인 MIDS와 실시간 낙뢰정보 서비스 제공서버(lightning.kepri.re.kr/www.lightning.or.kr)로 전송된다. 현재 한전 사내 사용자는 RTLIS 소프트웨어를 통하여 송전설비 지도위에 제공되는 낙뢰정보를 활용할 수 있다. 일반인을 대상으로 하는 서비스는 현재 개발이 진행 중에 있다.

2.2 낙뢰 측정 성능과 정확도

낙뢰 데이터 네트워크 사용자들은 통상적으로 90%이상의 감지효율과 네트워크 반경 안에서의 1km이내의 위치 정확성을 요구한다. KLDNet 시스템은 이 보다 높은 성능을 제공하고 있다. 정확성과 낙뢰측정성능은 8개의 선정된 센서사이트에서 250m의 정확성과 95%이상의 효율성을 보여주고 있다.



<그림 2> 측정성능(detection efficiency)



<그림 3> 낙뢰 발생 위치 정확도

시스템의 장점중의 하나는 센서 네트워크 밖에서의 낙뢰도 정확하게 감지하는 것이다. 낙뢰가 발생하는 전자기파 신호는 약 800 km 까지 전달된다.

가. 낙뢰 형태의 구별

구름과 지상간의 방전과 구름간의 방전 그리고 구름 내부의 방전을 구별하기 위해서 센서의 민감도를 높였으며 모든 방전들은 센서에서 디지털화 될 수 있게 하였다. 그렇게 되면 방전유형을 구분하기 위해 파형의 패턴을 분석기능을 사용할 수 있게 되며, 97%이상 유효한 임펄스 에너지의 지상방전을 구분할 수 있게 된다.

나. 센서 시간측정의 정확성

시스템의 시간측정성능은 낙뢰의 위치 정확도에 결정적인 영향을 끼치고 있다. 이는 시간차 도착(time-of-arrival) 기술에 근거를 두고 있기 때문이다. 모든 낙뢰센서는 100 나노초의 분해능을 갖는 GPS 수신기를 사용하고 있다.

다. 낙뢰감지율

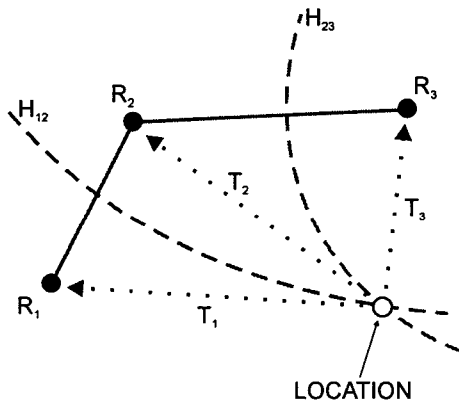
중앙분석장치(ASP)시스템 안에서 수행되어지는 계산들은 매우 높은 감지율을 가능하게 하고, 1초당 100번이상의 낙뢰 위치 표시를 가능하게 한다.

2.3 낙뢰 측정 원리

이 시스템은 라디오 신호원으로부터, 즉, 낙뢰의 방전으로부터 각 낙뢰 센서들간의 신호 도달시간차 기술(TDOA)을 사용한다. 이 TDOA기술은 미지의 지점인 하나의 신호원으로부터 자신의 위치를 알고 있는 지점에 있는 세 개 이상의 원격 수신기에 도착하는 낙뢰방전 신호의 수신 시간 차이에 기반을 두고 있다. 근본적으로 이것은 현재 민간이나 군용에서 널리 보급되어 있는 매우 높은 정확성을 갖고 있는 GPS 위치파악 기술의 반대 개념의 기술이다.

초속 300,000 km인 빛의 속도로 전달되는 신호는 각각의 신호는 위치를 알고 있는 세 개의 지점에 위치하고 있는 수신기들에 의해 시간도장(time stamp)을 찍히게 된다. 시간도장의 차이는 알려지지 않는 방전 신호원의 위치를 찾기 위해 복잡한 쌍곡선의 생성 계산에 사용되어진다.

일반적으로 이 방법은 알고 있는 수신기들(아래의 R1, R2, R3)에 대한 그들의 도착시간 차이에 의한 쌍곡선 커브를 정의한다. 두개의 쌍곡선 커브가 교차하는 지점은 낙뢰 발생 위치를 결정하게 된다.



〈그림 4〉 낙뢰 위치 측정 원리

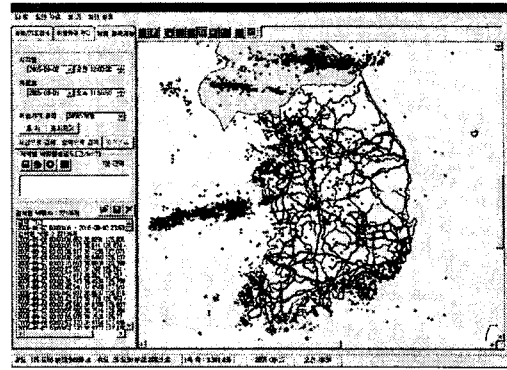
원리상 세 개의 수신기가 있으면 쌍곡선 계산이 가능해지며, 세 개 이상의 수신기들은 신호원의 표정 정확도를 높여줄 수 있다. 세 개 이상의 수신기가 낙뢰신호의 포착을 보고하면 정확도 계산과 성능을 증명하기 위한 부가적인 정보를 갖게 된다. 더구나 네트워크 모니터링 프로그램은 자동으로 수신기 성능을 모니터링하기 위해 그 여분의 수신자료를 이용할 수 있다. 시스템 모니터링 기능은 또한 데이터를 수신하고, 처리하여 중앙 처리장치에 송신해야 하는 여분의 수신기가 그 데이터를 받았는지 안받았는지를 판정할 수 있다.

만약 하나의 센서가 문제가 생긴 것 같고, 진단용 호출신호가 필요한 것으로 판단되면, 인터넷으로 접속하여 원격 진단 프로그램을 운영할 수 있도록 되어 있다.

2.4 실시간 낙뢰 정보 서비스

KLDNet은 낙뢰센서 8개 및 중앙분석 장치와 실시간 낙뢰정보시스템(RTLIS, Real Time Lightning Information System)으로 구성되어 있다. 센서에서 측정된 낙뢰신호는 실시간 낙뢰정보시스템인 RTLIS를 통하여 실시간 낙뢰 발생정보를 전국 사업소에 제공하게 된다. 전력연구원의 웹서버에 접속하여 회원 가입절차를 거쳐 프로그램을 다운받아 설치하면 직원누구나 정보 활용이 가능하다. 또한 한반도에 발생하는 다양한 낙뢰통계자료를 열람할 수 있다. KLDNet이 제공하는 낙뢰정보는 고장발생시 신속한 복구등 송전선로의 운영에 도움을 줄 것으로 예상되며 장기적으로 축적된 데이터

는 전력설비의 신뢰도 제고를 위한 설계 자료로 활용을 기대하고 있다.



〈그림 5〉 실시간 낙뢰정보 서비스

3. 결 론

한국전력공사에서는 전력설비의 낙뢰고장에 신속히 대처하고 내뢰설계를 위한 데이터 확보를 위하여 새로운 낙뢰측정 시스템의 서비스를 시작하였다. 한편 낙뢰감지 네트워크 KLDNet은 8개의 낙뢰센서가 남한 전역의 낙뢰발생을 95% 이상 감지할 수 있으며 낙뢰의 발생위치를 250 내외의 정밀도로 측정이 가능하다. 또한 센서 네트워크의 밖의 600 - 800 km 영역의 한반도 주변의 낙뢰도 감지할 수 있다.

특히 기존설비에서 제한된 단말기 숫자로 인하여 활용도를 제한하던 단점을 개선하여 낙뢰정보를 필요로 하는 모든 한전 직원이 낙뢰정보를 쉽게 업무에 활용 할 수 있도록 웹(WEB)기반의 정보제공서비스를 개발하였다. KLDNet은 전국에 설치된 낙뢰센서와 이중구성의 중앙분석 장치와 실시간 낙뢰정보시스템(RTLIS, Real Time Lightning Information System)으로 구성되어 있다. 낙뢰 신호를 측정하고 분석하는 장치는 미국의 TOA Inc.에서 제작하였으며 전력연구원에서 개발한 실시간 낙뢰정보시스템인 RTLIS에 연계하여 실시간 낙뢰 발생정보를 전국의 한전사업소에 제공하게 된다. 제공되는 낙뢰정보는 고장발생시 신속한 복구등 송전선로의 운영에 도움을 줄 것으로 예상되며 장기적으로 축적된 데이터는 전력설비의 신뢰도 제고를 위한 설계 자료로 활용이 기대되고 있다.

〈참 고 문 헌〉

- [1] 심용보, 우정옥, 강연옥, 광주식,권 동진, "절연설계 신뢰도 향상을 위한 낙뢰전류 직접측정 설비 구축에 관한 연구", 2005,11
- [2] 광주식, 우정옥, 추진부, 이복희, 장성익, 문재덕, "The Site Survey Results for New Lightning Detection System of KEPCO", Korea-Japan Symposium Joint Symposium on electrical Discharge and High Voltage Engineering, 2005.
- [3] 우정옥, 광주식, 강연옥, 김현주, "The Introduction about New KLDNet and the Statistical Distribution of Lightning Parameters in Korea", International Lightning Detection Conference, 2006