

무선식 낙뢰통보시스템 개발

(Development of Wireless lightning detecting and warning system)

김경만* · 권태운** · 심광열*** · 김세열**

(Kyung-Man Kim · Tae-Woon Kwon · Kwang-Yeol Sim · Se-Yeol Kim)

*울산대학교, ** (주)엔컴, ***울산과학대학

Abstract

This paper gives a Wireless lightning detecting and warning system. This system composed of transmitter and receiver. It promptly senses lightning strikes on the power lines and transmission towers by using the lightning current detection circuit in a small transmitter situated on the top of power tower, and it sends the number of lightning strikes and the ID. of the tower to patrols through the receivers. This system will be used to discover the exact location of a lightning strike.

1. 서 론

송전선로는 전력공급을 위하여 발전소에서 생산되는 전력을 변전소를 통하여 각 지역으로 공급하기 위한 전력시설로서 현대사회에서 송전시설의 사고는 장시간의 전력공급중단에 직접 연결되어 사회적으로도 중대한 영향을 미치게 된다.

한편, 지상에 설치되는 송전선로는 일정 거리마다 설치된 송전탑 등에 의하여 지지되며, 이 송전선로는 전 지역에 걸쳐 광범위하게 시설되므로 바람, 눈, 비, 낙뢰 등에 의한 위험에 노출되어 있다. 그리고 송전선로의 사고는 송전탑에 낙뢰가 직격됨에 따라 송전선로가 손상되는 지락사고가 대부분을 차지하고 있으며, 이러한 낙뢰에 의한 지락사고 발생시 신속한 조치가 필요하게 되고, 사고가 발생되지 않도록 순시점검 등을 통한 예방조치가 필요하게 된다. 또한, 낙뢰사고에 의해 송전선이 단락된 경우 송전선에는 부하전류의 수배에서 수십배에 달하는 다량의 전류가 흐르게 되고, 이는 송전탑에 설치된 송압기 등 전기기기의 항장력을 약화시켜 해당 전기기기의 이상동작을 초래하게 한다.

따라서, 송전탑에 낙뢰사고가 발생된 경우 이를 신속히 검출하여 고장구간의 전기공급을 중단시키는 등 적절한 조치를 취할 필요가 있으며, 이를 위하여 순시원은 육안 또는 낙뢰표시장치를 이용하여 낙뢰사고 발생사실을 확인하여 송전선로에 대한 지속적인 보수점검 작업을 수행하게 된다.

종래의 재래식 방법(표시천 방식)으로는 유지관리, 관측의 난이 등 어려운 문제가 예상되며 인력 소요 측면에서도 많은 손실이 예상될 수 있다.

본 시스템은 무선식 낙뢰통보시스템에 대한 것으로서, 특히 송전선로의 첩탐에 낙뢰에 의한 지락사고가 발생된 경우 이를 검출하여 순시원에게 무선으로 통보할 수 있도록 된 무선식 송전탑용 낙뢰통보시스템에 대한 것이다.

가공송전선로용 첩탐에 낙뢰가 발생하면 송전탑에 취부된 소형 송신기에 내장된 뇌격전류 감지회로에 의하여 전류를 감지한 후 그 상태를 전파를 통해서 선로 순시원이 소지하고 있는 수신기에 지정된 첩탐의 고유번호와 낙뢰 횟수를 통보하여준다.

표 1. 무선식 낙뢰통보시스템의 장점
Table 2. Advantages of Wireless lightning warning system

항 목	무선식	표시천
표시 방식	무선(RF)	깃발
편리성	<ul style="list-style-type: none"> ● 수신기로 쉽게 확인 ● 날씨에 영향을 받지 않음 ● 야간에도 확인 가능 ● 자동 복귀 	<ul style="list-style-type: none"> ● 시각에 의존함 ● 악천후나 야간 및 원거리의 경우 낙뢰발생 지점을 찾기 매우 어려움 ● 수동복귀

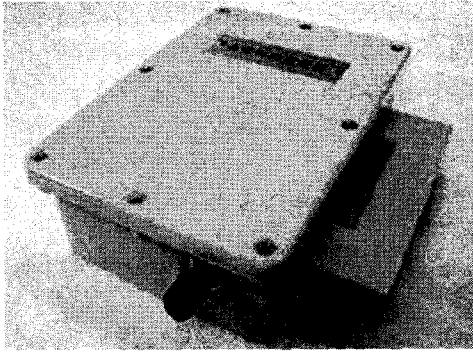


그림 3. 송신기
Fig. 3. Transmitter



그림 4. 수신기
Fig. 4. Receiver

표 2. 시스템 사양
Table 2. System Specification

항 목	사 양
주파수	447.2625MHz
정격출력	10mW
배터리	리튬 (3.6V, 16.5Ah)
소모전력	60mA(operation) 50uA(standby)
발진방식	VCO
변조방식	NRZ-FSK
전파형식	F1D
통신방식	단향
크기mm	132(L)x145(W)x46(H)
무게	395g
사용온도	-20 ~ 80

2.3 실험결과

개발된 무선식 낙뢰통보시스템은 한국전기연구원(KERI) 승인시험, MIC, FCC, CE, SRRC를 통과하여 신뢰성을 확보하였다.

표 3. 시험결과
Table 3. Result of Test

시 험 항 목	인 정 여 부	사 양
겉모양 검사	○	한국전력 Technical Specification Of KEPCO
구조 및 치수검사	○	
진동시험	○	
Heat Cycle 시험	○	
고온열화시험	○	
염수분무시험	○	
축진내후시험	○	
고저온 동작시험	○	
빙결 동작시험	○	
자유낙하시험	○	
전기적 내구성 시험	○	
동작시험	○	
무선 동작시험	○	

동작시험은 송신기를 L형앵글 100×100mm 및 강관 Φ140mm 에 취부금구를 이용하여 설치후 충격전류발생장치를 이용하여 아래표의 탭별 정격동작전류를 인가하여 송신기가 정상적으로 동작하는가를 확인하였다.

표 4. 동작시험전류
Table 4. Current of operation test

탭위치	정격동작전류 [A]	
	L100 × 100 [mm]	Φ140 [mm]
탭1	-	2078
탭2	-	3150
탭3	-	4147
탭4	3792	4732
탭5	5309	6625
탭6	8660	10807

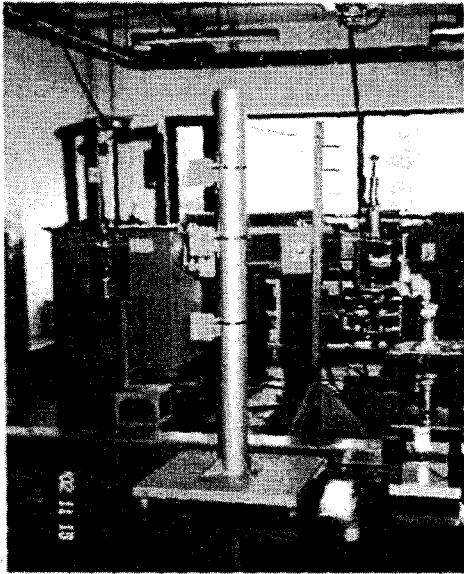
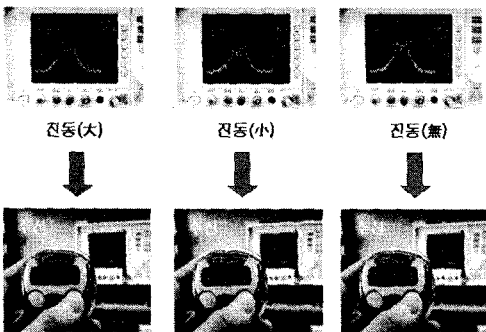


그림 5. 시험장치
Fig. 5. Test Zig



[수신된 신호파형 및 데이터]

그림 6. 수신 파형

Fig. 6. Receiving Signal waveform

2.4 적용

무선식 낙뢰통보시스템의 송신기가 송전탑 1(#12345), 송전탑2(#12346), 송전탑3(#12347)에 설치되어 있다고 가정하고, 송전탑1에 낙뢰사고가 발생하면 설치된 송신기에서 송전탑 번호 '12345'를 무선으로 전송하며, 수신기를 가지고 있는 순시원은 수신된 정보로부터 즉시 낙뢰사고가 발생한 지점을 찾을 수 있다. 또한 송전탑 주주재의 크기 및 송전전압에 따라 센싱전압의 감도를 조절함으로써 모든 종류에 적용 가능하다

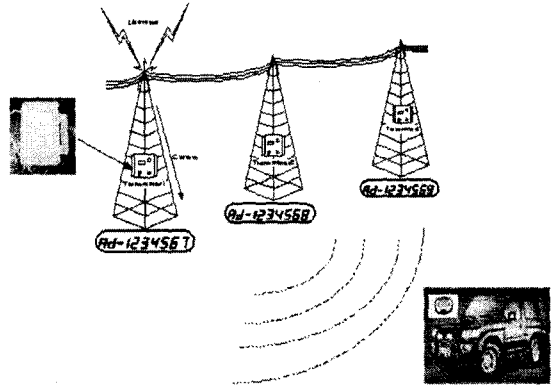


그림 7. 낙뢰통보시스템의 적용

Fig. 7. Application of Wireless lightning warning system

표 5. KEPCO 적용

Table 4. Applied standard of KEPCO

Type	WLS 2002	With arc-horn
		Without arc-horn
Rated Voltage (kV)	66/154 / 345 / 765	
Structure Size	Angle	~ L250 X L250 mm
	Pipe	~ Φ 620 mm

3. 결론

개발된 무선식 낙뢰통보시스템은 기존의 깃발식 방식에 비해 우수한 특성과 현장 실효성을 가진다. 야간 및 약천후시에도 고장개소 발견이 쉽고 사고 순시시간을 대폭적으로 줄일 수 있다. 따라서, 업무효율증가 및 비용절감을 동시에 도모할 수 있다. 또한 자동 복구 기능, 낙뢰회수기능, 저전압 배터리 기능을 내장함으로써 시스템의 신뢰성을 확보하였다. 이 시스템은 한국전력공사에서 송전탑의 낙뢰로 인한 고장 검출용 및 기타 다른 설비의 낙뢰검출용으로 활용될 수 있다.

참고 문헌

- (1) Markson et al., " Lightning locating system", US patent number 5,771,020 Jun.23,1998
- (2) K. Holtvoeth, "A Fully-Integrated Low-Power FSK Receiver for VHF and UHF Paging", IEEE Trans. on Consumer Electronics, Vol. 35, No. 3, pp.707-713, 1989
- (3) Eriksson et al., " Lightning warning system", US patent number 4,594,543 Jun.10,1986