2005년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집 2005. 7. 18 - 20

지중배전선로 고장표시기 원격감시시스템 개발에 관한 연구

정금영 한국전력 배전처
오영현 한국전력 배전처
송완석 한전KDN 영배사업단

The study on Remote Monitoring System for Fault Indicator used in underground Distribution Line

Geum-young Jung, Young-Hyun Oh, Wan-seok Song

Abstract - 지중배전선로에 설치되어 있는 23kV수동개폐기의 고장표시 상태를 단말장치와 소출력 RF통신을 이용하여 배전자동화 주장치에서 FI(Fault Indicator)로 고장 판단할 수 있는 시스템 구성에 대해 논하고자 한다.

1. 서 론

최근 배전선로기기에 대한 자동화율이 증가함에 따라 배전선로 기기중 자동화되지 않은 기기에 대한 감시 방안이 증대되고 있는 추세이다. 그러나 이러한 기기들을 자동화하기 위해서는 막대한 예산이 필요하므로 기존의 기기를 이용하면서 최소한의 예산으로 감시기능을 수행할 수 있는 방안이 요구된다.

본 논문에서는 기존 지중 배전선로에 설치되어 운용중에 있는 지중고장회로 감시기(FI)의 기능을 그대로 유지하면서 통신비용이 추가로 발생되지 않는 RF통신을 이용하여, FI가 고장감지시 고장정보를 실시간으로 주장치(사령실, 배전자동화실)에 전송하는 방안을 연구 제시하였다.

2. 본 론

2.1 기존장치 현황(FI)

지중용 수동개폐기에 시설되어 배전선로에 나타나는 고장전류에 기초한 고장정보를 나타내는 장치로서, 개폐기의 인입부에 FI를 외함의 전면에 FI 타켓(Target)장치를 설치함으로써 고장전류 통전시 타켓 장치의 램프(Lamp)를 주기적으로 점등하여 고장 구간을 판단할 수 있게 하는 장치이다.

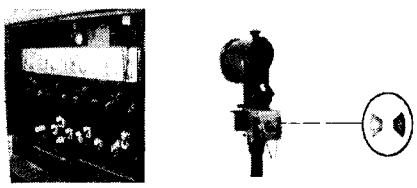

그림 1 현장FI 설치도

그림1은 기존의 FI 장치와 FI 타켓 장치의 연결을 도시한 도면이다. 그림에서 보는 것과 같이 기존의 FI 장치들의 고장 정보를 확인하기 위해서는 현장까지 직접 관리자(운용자)가 접근하여 타켓 장치의 램프를 일일이 확인하여야 하는 문제점으로 인해 운용 효율을 저하시키는 요인이 되었다. 더욱이 도심 곳곳에 산재되어 있는 다수의 FI 타켓 장치를 개별적으로 관리하는 것은 수많은 인적자원 및 시간을 필요로 하고, 신속하고 효율적인 유지보수 작업에도 적지 않은 걸림돌이 된다.

2.2 원격감시 방안

<원격감시시스템 구성>

구 분	기 능	설치장소
FI RTU	FI신호를 주장치에 전달	지중 수동개폐기
통신부(모뎀)	FI RTU-FRTU간 통신	개폐기, FRTU
전 원 부	FI RTU 및 RF송수신기 전원공급	지중 수동개폐기
광신호 분기기	FI감지 광신호를 RTU에 동시제공	FI
FRTU S/W	FI RTU 등록 및 중계	FRTU
주장치 S/W	FI RTU 인식 및 DB, 계통관리	주장치

표 1 원격감시 구성

FI를 원격감시하기 위하여 본 논문에서는 FI 타켓 장치에 고장정보를 표시하는 FI 장치를 원격관리 시스템에서 관리 할 수 있도록 하기 위한 FI용 단말장치를 개발하였다.

FI용 단말장치의 구성은 FI 장치로부터 FI 타켓 장치로 전송되는 광신호를 분기하기 위한 광신호 분기부, 분기된 광신호에 기초하여 고장정보를 수집하는 데이터 수집부, 고장정보 데이터 프레임을 생성하는 프레임 생선부, 프레임을 원격관리 시스템에 전송하기 위한 모뎀부, 모든 구성에 전원을 공급하는 전원부로 구성된다.

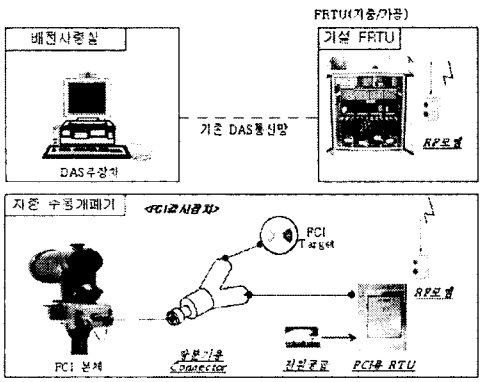

그림 2 FI 원격감시 구성도

2.2.1 광신호 분기부

광신호 분기부는 광신호가 왜곡 또는 상실(감쇄)되지 않고 두 갈래의 광신호로 적절히 분배될 수 있도록 Y자 형태로 설계하였으며 광신호분기부는 FI의 광신호를 신호의 감쇄 없이 단말장치와 FI표시부에 전송하는 역할을 수행한다.

2.2.2 FI용 단말장치부(FI-RTU)

FI-RTU는 전원부에 지속적인 외부전원이 공급되어 상시감시가 가능한 상시감시모드(Live Mode)와 전원확보가 원활치 않아 FI 장치의 고장정보 발생시 Wake Up 하는 상시 비활성모드(Sleep Mode)2가지로 분류된다.

FI-RTU의 설계는 아래와 같다.
- 감시 포인트 기준 : 12 Point (4회로 기준)
- 소비전원 : DC5V, 3W이하
- 이력저장용량 : 255건 이상
  단, 전원공급방식이 축전지인 경우의 단말기는 평상시 Sleep Mode로 가동되어 이벤트를 제외한 이력저장이 곤란하므로 적용제외
- 통신 Traffic을 고려하여 통신 Buffer 용량은 RF모뎀의 단일 Frame (109Byte)까지 처리 가능하도록 확보
- 설정 및 이력확인은 Console 포트를 이용
- 고장발생처리 및 전원관련처리 기능
- Sleep Mode로 운전중 Wake Up시 설정된 자동 셀 구성을 수행하며 통신경로 Test 기능 구현
- Sleep Mode로 운전 중 Event 발생시 Wake Up 되며 일정시간동안 Alive 상태로 운전(설정가능, Default 10분)

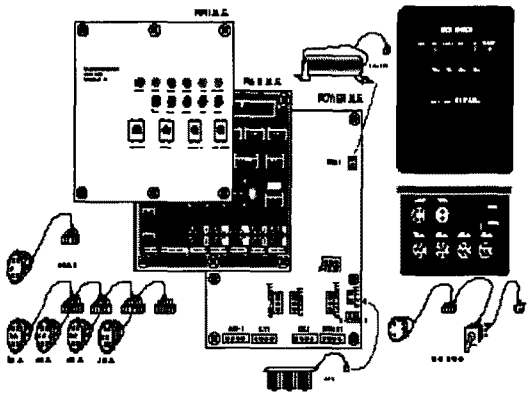

그림 3 FI 단말장치 구성도

2.2.3 전원장치(C.T)부

FI용 단말장치는 현장에서 전원확보가 어려운 상황이므로 본, 연구에서는 외부전원장치로 C.T를 연구, 개발하였다. C.T(Current Transformer)전원은 Split형태로 배전기기 인입선 및 부싱에 취부가 가능한 구조로서 선로에 흐르는 부하전류에 기초하여 동작전원을 추출하여 사용하는 형태를 가지며 필요한 전원보다 많은 양의 전원이 FI용 단말장치에 유일될 경우 이를 소비하는 발열체가 내장 되었다. 그림4 참조

2.2.4 RF모뎀

데이터 전송용 특정 소출력 무선 모듈은 다른 장치에 의존하여 데이터를 주고 받을 수 있는 양방향 통신장치이다. 이 모듈은 무선 원격 검침 시스템으로 휴대용 터미널 및 고정용 메터에 장착하여 데이터 전송용으로 사용할 수 있다. 무선 모듈은 이를 제어하는 장치로부터 데이터를 유선으로 상호 주고 받으며, 무선으로 다른 모듈로부터 합당한 데이터를 수신 시 이를 처리하고 이에 상응하는 데이터를 송신한다.

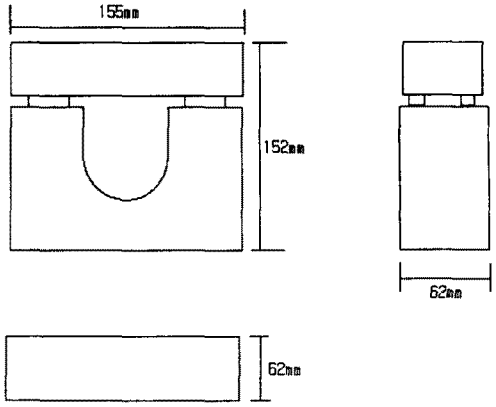

그림 4 C.T 설계도

일 반		비 고
주파수 범위	424.700MHz 424.950MHz	
발진 방식	PLL 방식	
채널 수	21 채널	
공급전원	DC 5V	
동작온도	-20℃ - 50℃	
크기	H35mm X W49mm X D12mm	Antena H50
Interface	9600bps, N, 8, 1	TTL Level UART
송수신부		비고
변조방식	BFSK	
Channel Space	12.5kHz	
RF 출력	10mW	
주파수 안정도	4 PPM	
ACP	40dBc(Min)	
전송속도	1200bps	Manchester Coded
스퓨리어스	45dB 이상	
주파수 점유대역폭	8.5kHz 이내	
수신 감도	-111dBm	
선택도	35dB(Min)	

표 2 RF모뎀 사양

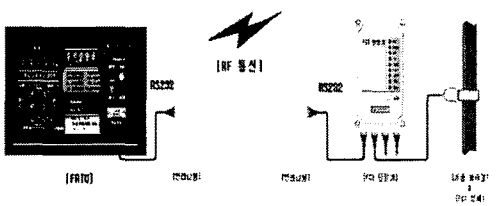

그림 5 모뎀간 통신구조

<모뎀간 통신 구조>

- 무선 RF 모뎀간 통신 Format

SYNC	CMD	LEN	수신GID	수신MID	송신GID	송신MID	DATA	CRC
5Byte	1Byte	1Byte	1Byte	1Byte	1Byte	1Byte	N	2

- SYNC : 무선 통신상의 데이터를 동시화 시키기 위한 프레임
  ☞ Start Of TX CODE (0x02)
- CMD : 데이터 전송을 위한 통신 Command

CMD	설 명
0xB0	데이터 전송
0xC0	ID 확인
..	..
0xA0	Modem Ack
0xA8	Modem NAck

- LEN : 데이터 길이 최대 116byte
- 수신GID : 수신지 Group ID
- 수신MID : 수신지 Module ID
- 송신GID : 송신지 Group ID
- 송신MID : 송신지 Module ID
- DATA : 전송데이타(DNP Data)
- CRC : 데이터의 에러 유무

2.3 현장시험

서울지역의 두 개지점을 선택하여 현장에 설치된 FI를 10개월간 직접감시 운용하였다.

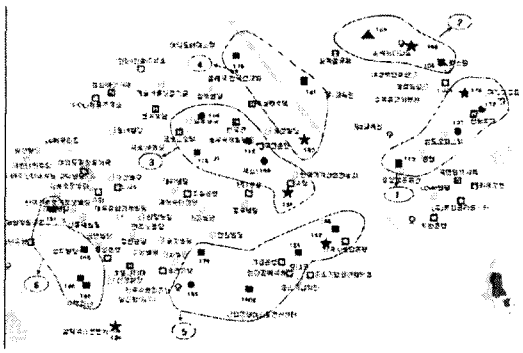

그림 6 현장 감시 셀 구성도

2.3.1 시범설치 및 시험

시범적으로 서울 영등포 및 강동 지역의 지중수동 개폐기 35개소에 2004년 8월부터 2005년 4월까지 10개월간 설치하여 많은 문제점을 개선하였다. 전원공급이 원활한 장소는 통신성공율이 거의 100%이었으나 축전지의 충전이 충분하지 않는 장소는 야간시간대에 통신이 일부 원활하지 않게 나타났으나 이러한 문제는 추가적인 보완을 통해 개선되리라 본다.

- 전원형태별 설치수량

구분	전원별 설치수량(개소)					비 고
	C.T	Sleep	220V	Solar	계	
영등포	7	7	1	1	16	
강 동	11	6	1	1	19	

- 통신성공율

설치장소	통신성공율		비 고
	대상(대)	성공률	
영등포	16	92.59%	Sleep형은 1일2회 송신
강 동	19	87.46%	

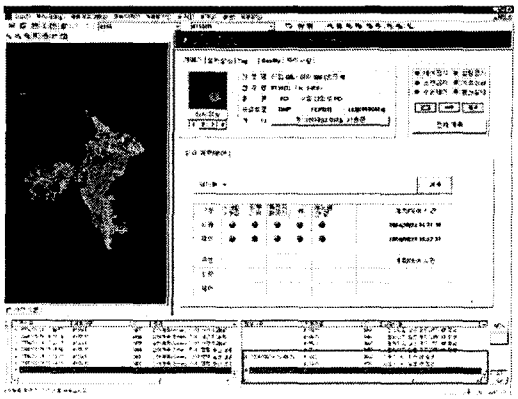

그림 7 배전자동화 주장치 동작상태(폴링상태)

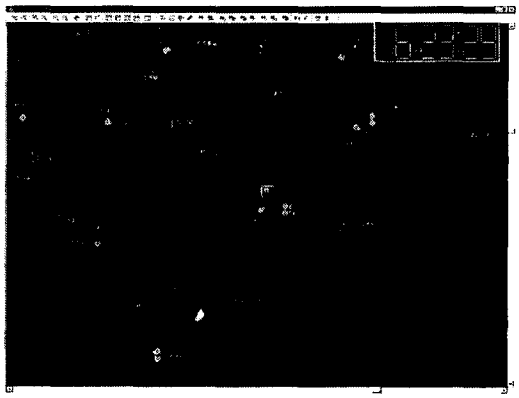

그림 8 배전자동화 주장치 동작상태(FI표시상태)

3. 결 론

배전선로 현장에서 운영중인 지중배전선로 수동개폐기의 고장표시기(FI) 상태를 전파사용료가 없는 소출력 RF모뎀을 통해 원격감시가 가능하게 함으로서 경제적이고 효율적인 선로운영과 신속한 정전복구를 할 수 있도록 하였으며 아울러 다른 현장기기를 RF모뎀을 통하여 저가에 효율적인 감시방안을 수립할 수 있게 되었다.

[참 고 문 헌]