

지중전력선을 경유한 BPLC 원격검침 통신망 설계 및 성능평가

백종목, 주성호, 임용훈, 최문석
한국전력공사 전력연구원

Design and evaluation of BPLC-based meter reading network via underground MV line

Jongmock Baek, Seongho Ju, Yonghun Lim, Moonsuk Choi
KEPCO Rsearch Institute

ABSTRACT

전력선통신을 이용한 원격검침 시스템의 구축이 시범사업을 넘어 상용화 수준으로 확대되어가고 있으나 현재까지는 주로 주상변압기에서 맥내 수용가정간에 고속전력선 통신칩을 사용하여 셀 토폴로지형태로 100가구전후 원격검침망을 구성하였다. 지중구간의 전력선은 가공선로와는 많은 다른 통신채널 특징을 가지며 지중화된 구간은 대도시 밀집지역에 주로 시설되기 때문에 원격검침시스템 구성시 가공구간보다 경제적인 측면에서나 검침자동화 확산 측면에서나 좋은 효과를 볼 수 있다. 본 논문에서는 지중고압선을 경유하는 원격검침망의 모델을 설계하고 시범운영을 통해 성능을 시험하였다

[서론]

전력선에 통신신호를 실어 통신매체로 이용하는 통신기술이 발전됨에 따라 현재 50만가구의 원격검침이 시설운영되고 있으며 이는 가공전선로를 대상으로 구축되었다. 반면에 지중화구간은 상가나 주택이 밀집된 중심가에 시설되고 추가 통신선증설이 어려운 경우가 대부분이므로 원격검침망 구축시 전력선통신기술을 적용하면 전력선 검침통신망 인프라구축에 매우 유리한 방법으로 활용할 수 있다. 본 논문에서는 지중구간 광대역 전력선 통신을 이용한 원격검침시스템을 설계하고 실증시험을 통하여 지중전력선이 포함된 구간에서 채널특성과 전송대역특성 [1]을 측정하였다

[지중구간 BPLC기반 원격검침설계 및 실증]

1.1 실증 통신망 설계

1.1.1 데이터 집중장치 설치방안 검토

지중구간에 설치되는 데이터 집중장치는 기설 지상변압기 보호함체의 위치와 구조에 맞추어 설치해야 지상변압기내와 수용가의벽에 대해 비교분석[표1] 하였다.

구분	지상변압기 내부	수용가의벽
통신 케이블 인입	취약	우수
민원관련	우수	취약
기기 보안성	우수	취약
유지 및 보수	우수	취약

표 1 데이터집중장치 설치장소 선정검토
Table 1 Investigation of the position to place DGU

수용가 외벽설치 시 기기 설치공간 확보 및 구성자체는 용이하나, 설치장소마다 건물주와 협의 하여야 하며, 민원발생의 소지가 높고 설치 현장의 상황에 따라 임의적인 요소가 다수 존재하여 지상변압기 내 설치가 유리한 것으로 판단된다

1.1.2 원격검침용 BPLC 통신망 설계

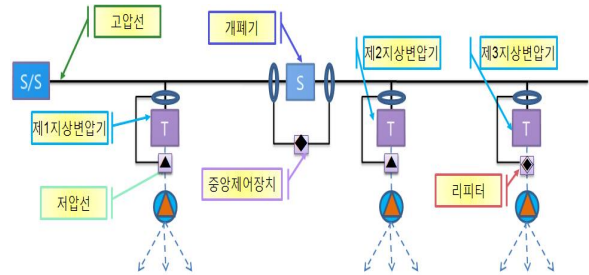


그림 1 데이터집중장치 설치위치에 따른 구성예
Fig. 1 The example compose of BPLC network as to the position of DGU

[그림1]에서는 셀 중심의 전력선통신망을 외부망과 연동되는 원보드형 데이터집중장치를 개폐기에 위치하고 라인브리지와 리피터를 구성한 도면이다.

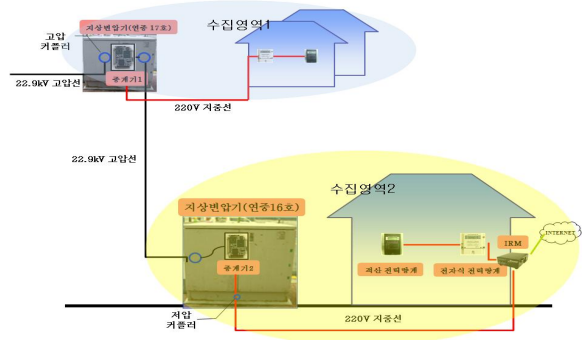


그림 2 지중 원격검침시스템 구성도
Fig. 2 The layout of the BPLC-based AMR system via underground MV power line

지중전력선 구간에서의 원격검침을 위한 전력선통신망의 구성을 [그림2]에 나타내었다. 각 지상변압기는 수용가의 검침데이터 및 망관리정보는 리피터를 통해 수용하고 변압기감시데이터와 함께 모아서 IRM으로 전송되어 중앙의 망관리서버와 연결된다.

1.2 지중구간 BPLC실증 통신망 구축 1.2.1 실증시험 개요

고압MV전력선과 저압LV전력선이 연계된 원격검침망의 실증 테스트베드를 구성하고 전력선구간별 통신채널특성과 통신 성능을 측정하고 성능을 검증하였다.

1.2.2 실증시험망 구성

시험망구성을 위해 대전시 도룡동 383번지 일대 연중 16호 ~ 17호의 지상변압기내 저압수용가 9가구를 선정하여 고압구간과 저압구간에 24Mbps 쉐라인 칩모뎀으로 구성하였다.

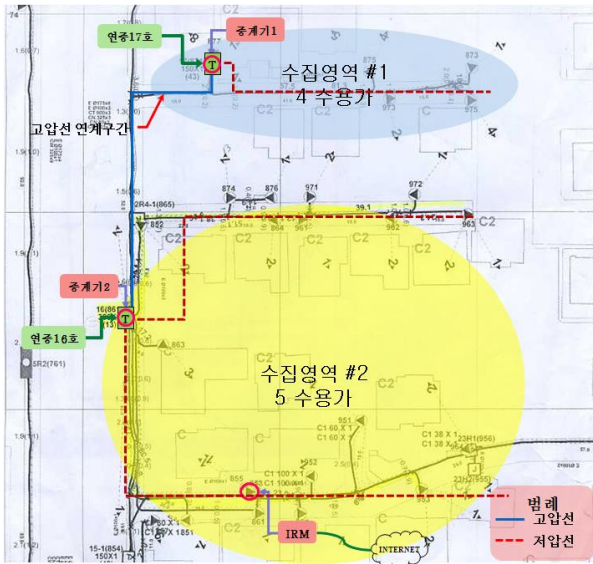


그림 3 원격검침시스템 설치도
Fig. 3 Design of The BPLC-based AMR test-bed

시험망구성을 위해사용된 BPL네트워크 기기기능은 아래와 같다. 연중 16~17호 지상변압기에는 중계기. BPL커플러가 설치되며 외부망과 연계되는 IRM이 수집영역2에 데이터수집기능과 망관리기능을 수행하는 SNMP Agent^[2]가 탑재되어 설치된다.

구분	기능
IRM	* 지상변압기(연중 16호, 17호)내 저압수용가로부터 검침정보 수집 및 AMR 서버로 전송
중계기	* MV 구간과 LV 구간연계 통한 BPL 네트워크 확장
	* 중계기1 : 수집영역1의 LV 검침정보 MV-BPL를 이용하여 중계기2로 전송 * 중계기2 : 중계기1로부터 수신된 정보와 수집영역2의 LV 검침정보를 IRM으로 전송
커플러	* 3φ 지중고압선중 1Φ으로 BPL 신호 주입
BPL모뎀	* 저압수용가 검침정보를 LV-BPL를 이용하여 전송
전력량계	* 저압수용가의 전력량 검침

표 2 지중구간 BPL네트워크 기기 기능
Table 2 Device function of BPLC-based AMR system

1.2.3 실증시험망 성능시험 결과

구분	수집영역 1	수집영역 2
가구 1	99.95	100
가구 2	99.97	99.98
가구 3	99.87	100
가구 4	100	100
가구 5		100
성공률 평균	99.95	100.00

표 3 단대단간 검침데이터 통신성공률
Table 3 Communication success rate in end-to-end AMR system

지중 고압 및 저압전력선을 연계한 BPLC 원격검침망의 성능 검증을 위해 종합시스템 성능을 측정할결과 통신성공률은

[표3]과 같이 99.9%로 확인되었다.

구간별 전력선 통신채널 통신성능시험은 지중변압기 LV부의 잡음레벨, 지중변압기내 MV구간 전력선 성능, 그리고 리피터와 계량기 LV구간 성능측정을 시행하였다.

연중17호 지중변압기 2차측에서 잡음레벨 측정된 결과 0 ~ 9MHz 대역에서 -30 ~ -80dBm, 9 ~ 29MHz 대역에서 -70 ~ -80dBm 잡음레벨이 측정되었으며 통신채널로 사용할만한 수준이었다. 지중변압기 연중16 ~ 17 MV구간에서는 데이터 전송 속도상으로 상향 17.5MHz, 하향 17.7 ~ 9Mbps로 측정되었으며 결과는 [그림 4]와 같다.

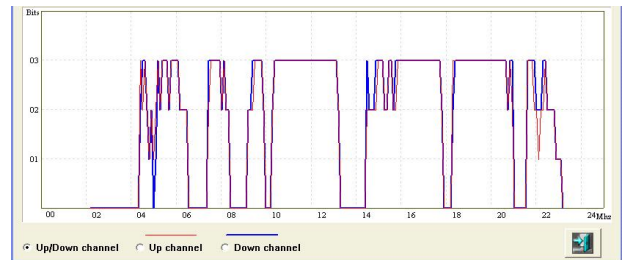


그림 4 고압 MV구간(60m) 전송대역 특성
Fig. 4 Characteristics of data rate in MV power line

연중16 지상변압기 2차측에서 약 106m거리에 있는 태내계량기구간의 LV구간 통신특성은 상향 2.5Mbps, 하향 3Mbps로 측정되었으며 대역별 전송특성은 [그림5]와 같다.

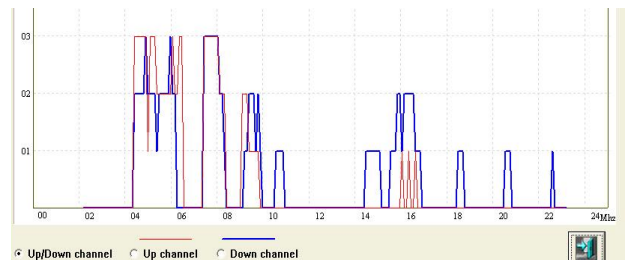


그림 5 변압기와 태내계량기간 전송대역 특성
Fig. 5 Characteristics of data rate in LV power line

[결론]

가정에 공급되는 전력선에 통신신호를 실어서 통신매체로 이용하는 전력선 통신기술이 가공전선로구간에서는 상용화 단계^[3]로 접어들었으나 본 논문에서 지중고압선로가 개재된 구간에서 원격검침 통신망으로서 활용가능성을 평가하였다. 설계 및 측정결과 제한된 실증사이트에서의 결과이지만 채널특성, 전송능력 그리고 검침성공율을 분석한 결과 가능성을 확인할수 있었다.

참고 문헌

- [1] 최인지등 3. 고압배전 지중선의 전력선통신 채널특성. 대한전기학회 하계학술대회. 2006.7.
- [2] 강준명등 8. 전력선통신망을 위한 네트워크관리시스템의 설계 및 구현. 한국통신학회. 2006.12.
- [3] 스마트그리드 국가로드맵. 2010. 1. 25. 지식경제부 . 스마트그리드 2030비전 Smart Consumer정책

이 연구는2009년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지 기술평가원 (KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다.
(NO. R05PK28)