

## 저압 배전선 반송 방식의 원격검침 실증 연구

박상만<sup>\*</sup>, 하복남, 이중호, 조남훈, 김명수  
 전력연구원 전력계통연구소

### The Study on the Automated Meter Reading using Low Voltage Power

Sangman Park, Boknam Ha, Joongho Lee, Namhun Cho, Myongsoo Kim  
 Korea Electric Power Research Institute

**Abstract** - AMR(Automated Meter Reading) has been considered to solve the lack of meter mem caused by the rise of cost, inefficiency of manual meter reading. Demand forecasting and efficient management of facilities can be accomplished by increasing meter reading efficiency and correcting various data.

In this paper, we introduce AMR system using LV PLC in KANG-DONG blanch office of KEPCO

한 통신 성공률은 낮은 결과를 얻었다. 그 원인은 배전선로에 설치된 22.9kV 일단 접지 주상변압기를 통해 신호가 전달되면서 신호 감쇄가 심하여 만족할 만한 양방향 통신 성공률을 기대할 수 없기 때문이다. 이런 한 시험 결과를 통하여 1996년 저압 배전선에 직접 신호를 주입하는 저압 PLC 방식으로 최종 원격 검침 시스템을 구성후 시험결과 양방향 통신에 만족할 만한 결과치를 얻을 수 있었다. 현재 구성되어 있는 원격 검침 시스템은 <그림 2.1.1.>과 같다.

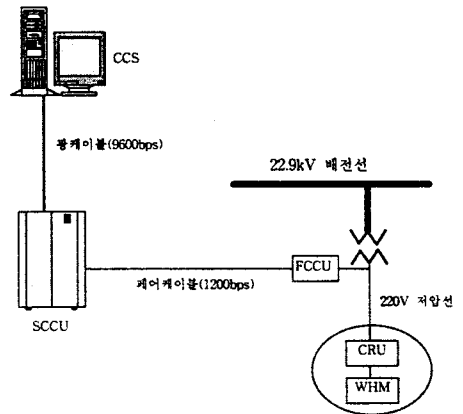
### 1. 서 론

원격 검침 시스템 개발 초기에는 전력 회사에서 단순히 검침원 부족, 검침원의 인건비 상승, 부재 고객으로 인한 검침 능률 저하 등의 문제점을 해결코자 대부분 전용 전화선을 이용한 원격 검침 시스템이 개발되었다. 그러나 최근 전력 회사의 원격 검침 시스템은 전력사용량과 같은 단순 검침기능외에 부하 제어 기능을 추가하여 최대부하시 피크 전력을 관리하고 아파트와 대도시 오피스텔과 같이 집중 전력량계 설치 고객에 대한 효율적인 검침을 위해 원가 절감 차원에서 개발되고 있다.

본 연구에서는 한전 강동지점에 설치된 전용통신선과 저압 배전선을 이용한 원격검침 시스템의 통신 신뢰성 확보와 일반적인 사용 가능성을 시험하고, 그 결과를 기술하였다.

### 2. 본 론

1994년 본 연구 초기의 원격 검침 시스템은 22.9kV 특고압배전선과 저압 배전선을 동시에 이용하는 고압 PLC 통신 방식으로서 한전 강동지점 관내 약 400호 고객을 대상으로 하여 3차에 걸친 시험 결과 단 방향 통신에는 문제가 없으나 원격 검침 및 부하 제어의 필수조건인 양방향 통신에 필요



CCS : Central Control System(중앙제어장치)  
 SCCU : Substation Communication Control Unit(변전소통신제어장치)  
 FCCS : Feeder Communication Control Unit(선로통신제어장치)  
 CRU : Customer Remote Unit(수용가단말장치)  
 WHM : Watt Hour Meter(전력량계)

<그림 2.1.1. 원격 검침 시스템 구성도>

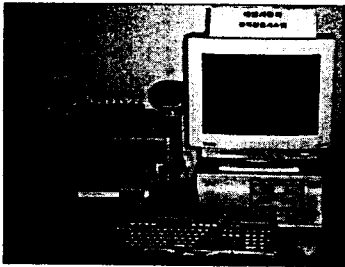
#### 2.1 원격 검침 시스템 구성.

원격 검침 시스템은 <그림 2.1.1.>과 같이 중앙 제어장치(CCS)와 변전소 통신 제어장치(SCCU)구간은 광케이블로 연결되며, 변전소 통신 제어장치(SCCU)와 선로 통신 제어장치(FCCU)구간은 전용

통신선인 페어케이블로 연결되고 선로 통신 제어 장치와 수용가 단말장치는 저압배전선에 PLC 신호를 주입하는 방식으로 연결하였다. 선로 통신 제어장치(FCCU)는 3상에 일괄로 신호를 주입할 수 있도록 3개의 PLC 모뎀이 설치되며, 수용가 단말장치(CRU)는 검침을 효율적으로 수행할 수 있도록 최대 8대까지 전력량계를 접속될 수 있도록 시스템을 구성하였다.

### 2.1.1 중앙장치 (CCS:Central Contraol S

중앙장치는 486급 PC를 사용하였고, 프로그램은 윈도우 상에서 Visual Basic 으로 개발하였다. 중앙장치와 한전 강동지점 광 단자까지의 통신 선로는 통신포트 RS-232를 이용하여 연결되며, 전송속도는 9600bps이다. 중앙 장치에서는 원격 검침의 기능확인 및 표준화를 대비하여 일반 PC기능으로 원격 검침이 가능토록 하였으며, 중앙장치의 프로그램은 전력량 개별검침, 시각설정, 시간대설정, 설정시간 확인, 설정시간대 확인의 5가지 기능을 지원하며, 고객 정보 이력 관리 및 자체 통신 성공률을 측정할 수 있는 정기 검침 및 통신 시험 기능을 추가하여 시험하였다.



<그림 2.1.2. 원격 검침 중앙 장치>

### 2.1.2 변전소 통신 제어장치(SCCU : Substa Communication Control Unit)

SCCU는 송파변전소 구내에 배전선로 자동화용 SCCU와 동일한 함에 설치하고 중앙장치와는 9600bps 속도를 갖는 광 모뎀으로 연결되며, 선로 통신 제어장치와는 1200bps 모뎀에 연결된 전용통신선인 페어케이블로 연결된다. SCCU는 중앙장치와 FCCU 구간에서 신호를 증계하는 역할을 한다.



<그림 2.1.3 변전소 통신 제어장치>

### 2.1.3 선로 통신 제어장치 (FCCU : Feeder Communication Control Unit)

SCCU와 전용 모뎀으로 통신하여 SCCU의 제어하에 자동 검침을 수행하며, 수용가 단말장치(CRU)와는 주상변압기 2차측 저압 배전선을 통하여 반송 방식으로 데이터를 송수신한다.



<그림 2.1.4. 선로 통신 제어장치>

선로 통신 제어장치에는 최대 256개의 CRU와 접속이 가능하다. FCCU 모뎀은 전용통신선 연결 모뎀과 전력선 연결 모뎀으로 구성되어 전용선 모뎀 규격은 <표 2.1.1.>과 같다.

<표 2.1.1 전용선 모뎀 규격>

규격	내용	비고
동작형태	4선식 전이중	Full Duplex
동기방식	비동기식	
전송속도	1200 bps	
변조방식	FSK(Frequency Shift Keying)	주파수 편이
반송주파수	1302 Hz, 2097 Hz	
수신가능레벨	-43 dBm, -33 dBm, -26 dBm, -16 dBm	
송신출력레벨	+20dBm ~ -43dBm	
결합방식	트랜스 결합	

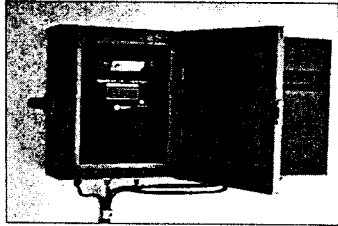
특히 FCCU는 3상 저압 배전선과 접속되므로 전력선 모뎀이 3개 필요하며 전력선 모뎀 규격은 <표 2.1.2.>과 같다.

<표 2.1.2. 전력선 모뎀 규격>

규격	내용	비고
통신방식	동기식(Synchronous)	
변조방식	FSK (frequency shift keying)	주파수 편이
전송속도	1,200 bps	
반송주파수	72 kHz	
주파수 대역	40 kHz	

### 2.1.4 수용가 단말장치(CRU:Customer Remote Unit)

CRU는 펄스형 전력량계와 인터페이스를 통해 시간대별 전력량을 검침·저장하고, FCCU로부터 데이터 요구 명령에 따라 전력선으로 검침데이터를 송신한다.



<그림 2.1.5. 수용가 단말장치>

### 2.2 원격 검침 시험

원격 검침 실증시험을 위하여 한전 강동지점 관내 수용중 CRU 1대당 다수의 수용이 연결된 연립주택지역과 배전자동화용 전용통신선이 가설되어 있고 위치별 신호 성공률을 파악할 수 있는 일반주택 지역을 선정하여 총 28수용을 대상으로 시험하였다.

<표 2.2.1 CRU 현황>

지역 구분	변압기	CRU	수용가
공동주택	1φ 50kVA×1	4대	16호
일반 주택	1φ 50kVA×1	4대	12호
계		8대	28호

#### 2.2.1 원격 검침 프로토콜

원격 검침을 위한 통신 프레임의 포맷은 기능에 따라 4개 필드로 구성하였으며, 각 필드별로 사용하지 않거나 예외로 되어 있는 부분은 '0' 또는 '1'로 처리한다.

<표 2.2.2. 원격 검침 프로토콜>

어드레스	컨트롤	데이터	에라 검출
3Byte	1Byte	11Byte	1Byte

#### 2.2.2 시험 결과

저압 PLC 방식으로 원격검침 시스템을 구성후 1차 시험 결과 주간 시간대의 통신 성공률이 야간에 비해 우수하게 나타나고 있으나 이것은 설치후 현장 시험이 주간에 이루어져서 야간 특성에 맞게 각종 기기의 임피던스 조정이 되지 않은 결과로 생각된다.

<표2.2.3 원격 검침 1차 통신시험 결과>

FCCU	CRU	정상	무응답	SF	FC	SCCU 무응답	통신 성공률
1	1	138	36	2	13	3	72.9%
	2	142	37	3	7	3	73.9%
	3	140	31	2	16	3	72.9%
	4	142	26	2	19	3	75.0%
2	5	71	103	11	4	3	38.0%
	6	133	52	4	-	3	70.3%
	7	31	141	11	6	3	16.7%
	8	15	167	3	4	3	7.8%

1차 시험 결과를 토대로 일부 문제점을 보완후 2차 통신 시험 결과 주·야간 시간대 구별과 지역에 관계없이 높은 통신 성공률을 얻을 수 있었으며, 2차 통신시험 결과에서 CRU 6, 7, 8번 지역의 통신성공률이 낮은 원인은 FCCU부터 CRU 까지 거리가 긴 단독주택 지역으로 저압선 분기도 일정치 않아 임피던스 매칭과 신호레벨 조정이 정확하게 맞지않은 결과이나, 현재는 높은 통신 성공율을 보이고 있다.

<표2.2.4 원격 검침 2차 통신 시험 결과>

FCCU	CRU	정상	무응답	S:F 통신 에러	F:C 통신 에러	SCCU 무응답	통신 성공률
1	1	144	0	0	0	0	100%
	2	144	0	0	0	0	100%
	3	144	0	0	0	0	100%
	4	144	0	0	0	0	100%
2	5	140	4	0	0	0	97.2%
	6	107	33	0	0	0	76.4%
	7	96	48	0	0	0	66.7%
	8	93	51	0	0	0	64.6%

### 3. 결 론

원격 검침 시스템은 개발 초기 제안된 22.9kV특고압 PLC 방식에서 저압 PLC 방식으로 변경한 결과 통신 성공률은 다소 저조하나 향후 선로 및 기간 임피던스 매칭 등을 보완하면 통신 신뢰도를 향상시킬 수 있기 때문에 실용상에 문제점은 없다고 보며, 원격 검침 시스템의 경제성과 운영 방법도 향후 다양하게 검토되어야 한다.

#### [참 고 문 헌]

[1] “국산 배전자동화 시스템 실계통 실증 연구 최종보고서”, 전력연구원 연구보고서, pp.243~300, 1997.4