

# 전용통신선을 이용한 배전선로 자동운전과 저압배전선을 이용한 원격검침

조남훈 하북남 유일환  
한전 전력연구원

장원성  
한전 배전처

김종수  
한국전기연구소

## Feeder Automation using the communication cable and Automatic Meter Reading using the low voltage distribution line

N.H. Cho, B.N. Ha, I.H. Yoon,  
KEPRI

W.S. Chang,  
KEPCO

J.S. Kim  
KERI

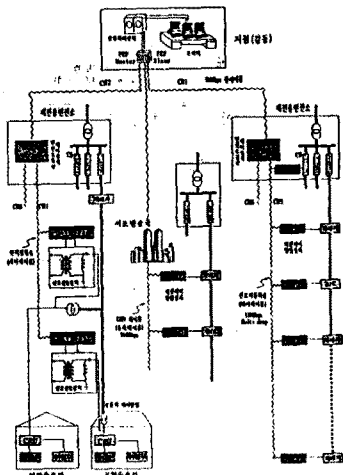
### <ABSTRACT>

Korea Distribution Automation System(KODAS) has been designed and implemented for feeder automation using the pair cable as communication media. And we have been developed the telemetering system using the low voltage Line. Kepeco have been constructed approximately 60% of the Cable TV(CATV) networks in large city in Korea since 1995, so we have been researching the feeder automation based on CATV networks also. We will contract the system using its in the area with of cable-TV networks and pair cable line in the other area for communication media in future.

### 1 배전선로 자동화 설계용 구성

#### 1.1 배전자동화 시스템 구성

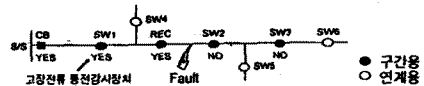
<그림1>은 현재 설치중인 배전자동화 시스템의 구성도이다. 이 시스템은 서울시내 강동지점 관내의 3개 변전소, 25개 feeder, 125대의 자동화 switch를 대상으로 인구 120만명, 수돗가 호수 22만호인 강동지점의 1/3을 cover하는 규모이다.



<그림1> 배전자동화시스템 구성도

#### 1.2 배전선로 고장처리 알고리즘

배전선로에서 고장이 발생하였을 경우의 처리절차는 다음과 같다. 이런 처리방식을 YES-NO 방식이라 불렀다.



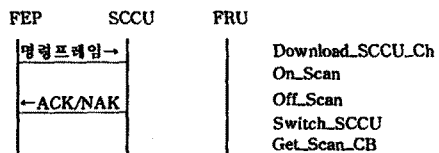
<그림2> 배전선로 고장시의 처리절차

- ① 중앙제어장치는 평상시 변전소 CB의 고장선로 특정 정보(Fault Indicator 정보)만 스케줄적으로 감시
- ② 감시중 특정 선로에서 고장발생시 해당 CB의 F.I정보 가 인지되고
- ③ 중앙장치에서 F.I정보가 인지된 선로의 각 개폐기에 F.I정보 감지여부물 문의
- ④ Yes로 응답하는 개폐기와 No로 응답하는 개폐기 사이 구간에서 고장이 발생한 것으로 판정
- ⑤ 부하용량 프로그램에 의한 고장복구 조작순수 계산
- ⑥ 근무자의 확인후 조치를 위한 명령(자동처리 가능)

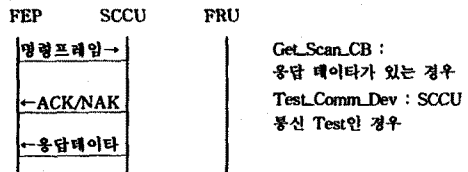
#### 1.3 통신호출 제어

KODAS에서 사용되는 통신프레임의 제어 흐름은 응답 데이터의 존재 여부와 통신 프레임이 도달되는 대상에 따라 다음의 그림과 같이 6개로 구분되어진다.

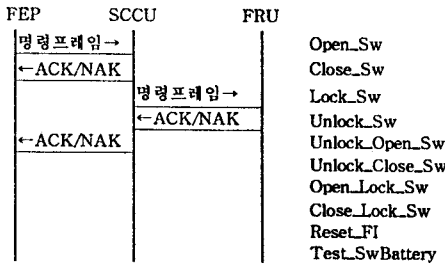
##### 가. PT-1



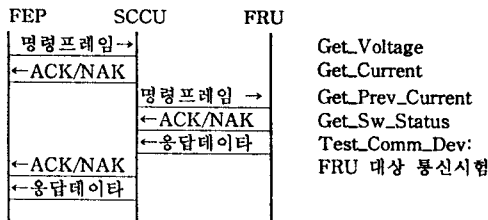
##### 나. PT-2



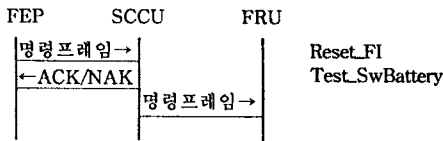
다. PT-3에 해당하는 명령들은 SCCU의 증계를 거쳐서 (SCCU는 일차적으로 SCCU 주소나, 명령 type, BCH 에러등을 검증한다) FRU전달되고 FRU는 적절한 Operation을 거쳐서 이 에 대한 ACK/NAK을 응답한다.



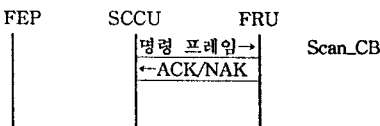
라. PT-4



마. PT-5 (동보 통신의 경우)



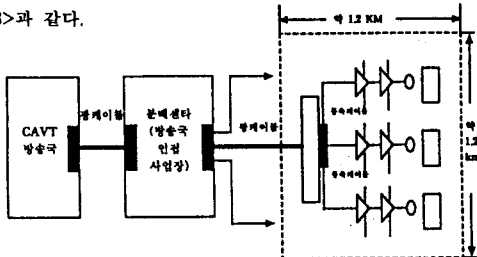
바. PT-6 (SCCU-FRU간 통신)



## 2. CATV망을 이용한 선로자동화

### 2.1 추진배경 및 기본구성

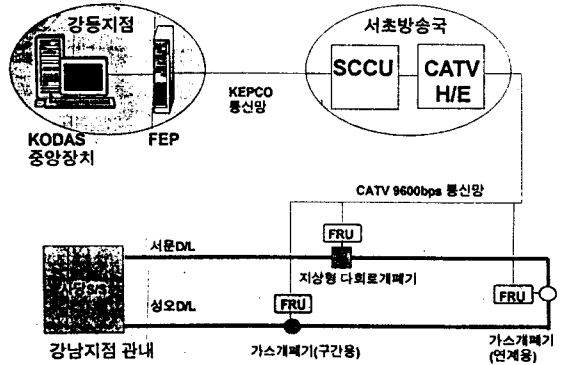
한전이 보유한 CATV 망을 이용하여 배전자동화를 수행하므로 경제성 재고 및 투자효율 향상시키고 CATV망을 이용한 쌍방향 데이터 전송기술 확보하고자 CATV망을 이용한 배전자동화를 검토하게 되었다. CATV 전송망의 기본구성은 <그림 3>과 같다.



<그림3> CATV 전송망의 기본구성도

대상지역으로서 한전의 CATV망이 설치된 강남지점 관내 상당 S/S, 서문D/L과 성오D/L을 선정하였으며, 적용기능은 선로 자동화전반을 목적으로 하였고 때문에 가동개폐기 2대, 다회로 개폐기 1대 등 총 3대의 개폐기만 자동화 대상으로 기존의 개폐기와 교체하였다.

자동화 개폐기를 원격 감시제어 하기 위한 시스템 구성은 중앙제어장치(강동지점)에서 서초방송국의 통신제어장치까지는 한국통신의 전용회선을 임대하여 연결하였으며, 여기서 H/E (Head End)를 거쳐 CATV 전송망의 중계증폭기를 경유해 자동화개폐기의 배전제어 단말장치(CFRU : CATV Feeder Remote Unit)와 양방향 통신을 하는 <그림4>와 같은 기본적인 구성형태를 갖는다.



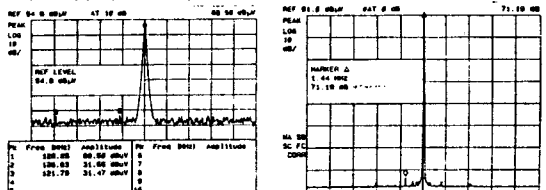
<그림 4> CATV망을 이용한 선로자동화 시스템의 구성

### 2.2 주파수대역 및 전송속도

주파수 대역은 CATV 채널중 데이터 송수신 채널로서 현재는 사용하지 않는 아래의 주파수대역을 선정하였으며, 전송속도는 9600bps, SCCU 및 FRU에는 접속되는 통신선의 종류에 따라 광 및 동축모뎀을 장착하였다.

- 송신주파수 : 126.15 ~ 137.85MHz
- 수신주파수 : 17.9 ~ 29.6 MHz

RF 모뎀의 통신특성을 확인하기 위해 <그림5>와 같이 시험 회로를 구성하고 1차 통신특성을 측정하였다. 시험결과 통신특성 측정결과대 발주요구 규격은 송신출력이 88.74/90dB $\mu$ V이하, 채널대역폭이 미변조시 3kHz, 변조시 79.87kHz/300kHz이하, 대역외스퓨리어스가 71.1dBc/50dBc이상으로 대체적으로 양호한 특성을 나타내었다. 따라서 곧 CATV분배센터의 전송망에 접속하여 자동화개폐기까지의 전 통신망을 연결하고 동작가능 C/N및 FRU용 R/F모뎀의 통신특성을 측정후 자동화개폐기의 원격감시 제어시험을 시행할 예정이다.



<그림5> ① 신호 및 잡음레벨 ② 신호 대 불요복사비

### 3. 원격검침

#### 3.1 원격검침의 필요성 및 연구방향

##### 가. 원격검침의 필요성

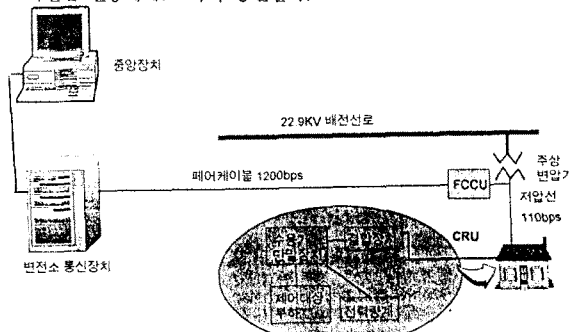
원격검침은 노동력 부족에 의한 검침원의 부족, 검침원의 인건비 상승, 부채수용가로 인한 검침능을 저하 및 단순업무의 기피 등의 사유로 시작되었으며 이를 통하여 검침업무의 효율성 증대 및 다양한 데이터 수집으로 수요예측 및 설비의 효율적 운용을 도모하고자 한다.

##### 나. 연구방향

연구시작 초기에는 원격검침을 위한 통신방식으로서 배전선 방송방식중 고압측 신호주입 방식을 적용하여 4Km마다 통신용 고압신호결합 장치를 설치하여 반경 2Km 내의 수용가를 원격검침하는 것을 목표로 하였으나, 저압에서 고압으로 신호전송시 변압기의 임피던스에 의한 잡음 발생으로 통신 성공률이 매우 낮아 적용에 문제점이 발생 하였다. 따라서 고압 PLC 방식 대신 변태단위로 주상변압기 2차측에 신호를 송수신하는 저압 PLC 방식을 채택하게 되었다.

#### 3.2 원격검침 시스템의 구성

원격검침 시스템은 중앙장치에서 변전소 통신장치(SCCU)를 거쳐 통신케이블을 거쳐 선로통신 제어장치(FCCU)와 수용가 단말제어장치(CRU)로 연결된다. FCCU는 상위 SCCU와는 전용모뎀으로 통신하며, SCCU의 명령에 따라 검침을 수행한다. 최대 256개의 CRU를 접속할 수 있으며, CRU와는 전력선을 통하여 데이터를 전송하고 3상의 전력선에 접속 가능하도록 3개의 전력선 모뎀이 내장된다. CRU는 수용가 지역에 설치되고 최대 8개의 펄스식 전력량계를 접속할 수 있고 FCCU와는 전력선을 전송매체로 하여 통신한다.



<그림6> 원격검침 시스템 구성도

#### 3.3 통신 프로토콜 기본사항

##### 가. 프레임 일반구조

| Address 부 | Control 부 | Data 부  | Error 검출부 |
|-----------|-----------|---------|-----------|
| 3 Byte    | 1 Byte    | 11 Byte | 1 Byte    |

##### ● Address 부

| SCCU Address | Ch. Address | FCCU Address | CRU Address | Port Address |
|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| 8 bit        | 3 bit       | 5 bit        | 4 bit       | 4 bit        |

##### ● Control 부

Control부는 통신 프레임의 명령 및 응답 등의 동작 상태를 결정하는 요소로 CS에서 발신되는 명령의 종류와 그 기능을 나타내고 있다. 명령에 대해 응답하는 응답프레임의 데이터 Type은 그 응답을 발생시킨 명령의 데이터 Type을 사용한다.

#### 3.4 검침항목

원격검침용 단말장치의 데이터 수집항목은 월별 사용전력량, 시간대별 전력량, 최대수요전력(15분간 평균치) 등이며 이 중에서 아파트와 같은 대수용가는 월별 사용전력량 및 최대수요전력을 검침하고 일반수용가는 월별 사용전력량만을 검침한다.

#### 4. 실증시험 결과 및 결론

페어케이블을 이용한 선로자동화 기능검증은 '96년 5월말 기준으로 자동화개폐기의 원격제어시험 성공율은 표1과 같이 97%로 총 125대중 121대의 원격제어시험이 완료되었다.

<표1> 자동화개폐기 원격제어시험 집계표

| 구분     | 제작자          | 총설치대수 | 감시제어시험<br>양호 |
|--------|--------------|-------|--------------|
| 가공개폐기  | 신성, 보성       | 31    | 30           |
|        | 진 광          | 27    | 27           |
|        | 일 진          | 31    | 31           |
|        | 리클로저<br>(일진) | 24    | 24           |
|        | 소 계          | 113   | 112          |
| 다회로개폐기 | L G          | 5     | 5            |
|        | 일 진          | 4     | 2            |
|        | 진 광          | 3     | 2            |
|        | 소 계          | 12    | 9            |

CATV망을 이용한 개폐기 원격제어시험은 '96년 6월중에, 원격검침 시험도 '96년 7월~8월중에 완료되어 국산 배전자동화 시스템의 실계통 통합 실증시험은 '96년 9월까지 모두 완료될 예정이다.

#### <참고 문헌>

1. "국산 배전자동화 시스템 실계통 실증연구 1차년도 중간 보고서", 1995. 6, 전력연구원
2. "배전 자동화 연구", 1995. 12, 전력연구원
3. "국산 배전자동화 시스템 실계통 실증연구 2차년도 중간 보고서", 1996. 5, 전력연구원