

한국형 배전자동화용 수용가 단말제어장치 개발

김 중 수, 계 문 호, 오 상 기
한국전기연구소

A Development of CRU for KODAS

KIM, JONG SOO KYE, MOON HO OH, SANG KI
KERI

ABSTRACT

A CRU (Customer Remote Unit) for KODAS(Korea Distribution Automatic System) is presented in the paper. This equipment works as a terminal unit for the Load Control and the AMR(Automatic Meter Reading).

It is composed of control, drive, input, display, and communication parts.

A CRU calculates and memorizes the active power, time-of-use, and demand by the pulse from watt-hour meter for AMR. It also transfers the data to Center Control System. It can measure current, voltage, and power factor by adding the simple circuit.

For load control, It receives the necessary informations such as the load control periods, modes, and time intervals. It controls the load until the stopping command comes.

The system reliability has been proved using a prototype.

1. 서론

산업의 발전과 국민생활 수준의 향상에 따라 전력수요는 매년 급격한 성장을 거듭하고 있으며 전기에 대한 의존도는 점차 높아지고 있는 추세이다. 또한 최근 정보화 사회로의 진입으로 컴퓨터의 보급이 일반화되고 이의 응용분야가 확대됨에 따라서 안정적인 전력 공급 요구는 더욱 높아지고 있는 실정이다. 그러므로 배전계통의 구성이 복잡, 방대해지고 수요에 부응하기 위해 설비의 변동과 신설이 빈번히 발생하는 특성을 가지고 있다. 이와 같은 배전계통을 효율적으로 관리해 전력 공급의 품질을 향상시키고, 전기 에너지를 합리적으로 이용하기 위해 배전자동화 시스템의 연구가 불가피한 실정이다.

배전자동화 시스템은 전력공급의 품질 및 신뢰도 향상을 위한 피더(Feeder)자동화, 부하를 효율적으로 관리해 전기 에너지를 합리적으로 이용할 수 있게하는 부하제어, 검침 업무를 효율화할 수 있는 자동검침으로 대별된다. 수용가 단말 장치는 부하제어, 자동검침을 위한 단말장치로 중앙 제어장치의 명령에 따라 부하를 제어하는 부하제어 기능과 전력량계로부터 전력량을 검침하여 시간대별 전력량, 최대 수요 전력을 연산하고 중앙 제어장치의 명령에 의해 시간대별 전력량, 최대 수요 전력을 송신하며 무효전력량, 가스, 수도등을 계량, 저장 및 송신할 수 있는 기능을 보유하고 있다. 중앙장치는 각각의 단말장치에 부하제어대상, 부하제어 주기, 부하제어 모드, 부하제어 시간대등 부하제어에 필요한 모든 데이터를 전송하고, 단말장치는 이를 메모리에 저장한다. 그 후 중앙장치는 필요에 따라 부하제어 실행명령을 전송하고 단말장치는 실행 중지 명령이 있을 때까지 사전에 입력된 정보에 따라 해당 부하를 제어한다. 또한 단말장치는 단말장치에 부가된 펄스발신형 전력량계로부터 펄스를 입력받아 수용가의 사용전력량을 누적하고 시간대 전력량을 연산한다. 또한 중앙에서 필요에 따라 정한 시간대의 전력량을 중앙장치로부터 시간대 정보를 전송받아 별도로 연산, 누적한다. 이 외에 매 15분간 사용된 전력량 중 최대치를 연산하는 최대수요전력연산 기능

을 갖고 전압, 전류, 역률 측정, 수도/가스등의 사용량도 약간의 부가회로에 의해 쉽게 실현시킬 수 있다. 이와같이 연산된 유효전력량, 무효전력량, 시간대별 전력량, 최대수요전력, 임의시간대 전력량 및 가스/수도 사용량등을 메모리에 저장하고 중앙장치의 명령에 따라 이 데이터들을 송신할 수 있으며, H·A(Home Automation)과의 연계가 가능한 장치이다. 본 연구에서는 필요한 계기능의 실현은 물론 실증시험을 통해 문제점을 보완하고 현재에는 실용화를 위해 한국전력의 강동지점에 적용 연구 중이다.

2. H/A 설계

수용가 단말제어장치는 배전 자동화 시스템의 말단에 위치하여 수용가의 정보를 수집하고, 전력선을 이용해 중앙에 정보를 송신하며 중앙으로부터의 명령에 의해 부하를 제어하는 두가지 주요기능을 갖고 있다.

수용가의 정보수집은 전력량계에서 일정의 전력량(IPulse/KWH)을 펄스 형태로 발신하면 이를 입력 포트를 통해 받아드려 사용전력량을 누적, 메모리에 저장한다. 내부에 장착된 시계를 이용해 사용전력량을 시간대별(저녁, 주간, 심야시간대)로 분류해 각각의 시간대별 전력량을 누적, 메모리에 저장한다. 또한 단위 시간당 계약 전력의 초과 여부를 감시하

표 1. 수용가 제어 단말 장치 주요 기능

주요기능	세 부 내 용
데이터 수집 기능	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 입력 : <ul style="list-style-type: none"> · 유효전력량 (1,000 Pulse/KW) · 무효전력량 · (전압, 전류) · (역률) · (가스/수도 사용량) ▶ 출력 : <ul style="list-style-type: none"> · 유효전력량 · 무효전력량 · 시간대별 전력량 · 특별 시간대 전력량 (임의 시간대 설정) · 최대 수요 전력 (15분) · 역률 · 전류 · 전압
부하 제어 기능	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 부하 제어 시간 조절 : 5분, 15분, 30분, 60분 ▶ 부하 제어 시간대 : 8 단계 ▶ 출력형태 및 접점수 : Relay, 2 접점 ▶ 정확도 : ± 1초 이내
송수신 기능	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 송·수신 기능 ▶ 전력선 반송 방식 ▶ FSK 변조 방식

는 최대 수요전력을 연산해 최대값을 메모리에 저장한다. 메모리에 저장된 유효전력량, 시간대별 전력량, 최대 수요 전력을 중앙의 검침 명령에 의해 전력선을 전송도로 이용하여 중앙으로 송신한다. 부하제어는 중앙에서 미리 예정된 부하제어 계획(시간대, 제어모드, 제어대상 부하)을 수용가 단말 제어장치에 보내고 수용가 단말 제어 장치는 이 계획을 메모리에 저장하고 계획에 따라 수용가의 부하를 중앙의 명령에 따라 제어하는 기능을 담당한다. 수용가 단말 제어장치의 주요 기능은 표 1.과 같다.

표 1.과 같은 기능을 실행시키기 위해 수용가 단말 제어장치는 유효전력량 펄스, 무효전력량 펄스, 전류, 전압을 검지하고 자기 진단 입력 및 통신 상태를 검지하는 입력부, 유효전력량, 무효전력량, 시간대별 전력량, 최대 수요 전력 및 현재 시각들을 수용가에 알릴 수 있는 표시부, 부하를 제어부의 명령에 의해 투입, 개방하며, 부하 제어 상태를 감시하는 구동부, 중앙으로부터의 정보를 수신하고 수용가 단말 장치의 정보를 송신할 수 있도록 신호를 변조, 복조하는 송·수신부, 위의 각각을 적절하게 제어하며, 유효전력량 누적, 시간대별 전력량 연산, 최대 수요 전력 연산 및 중앙으로부터의 명령을 해석하여 그에 따른 동작을 제어하는 제어부와 각부에 전원을 공급하며 외부로부터의 잡음등을 제거하는 필터로 구성된 전원부로 구성되어 있다. 그림 1.은 수용가 단말 제어장치의 개략적인 구성도이다.

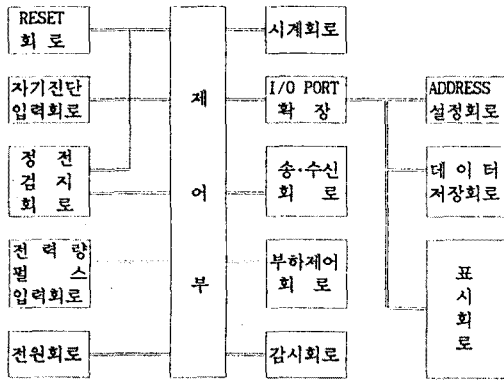


그림 1. 수용가 단말 제어장치 구성도

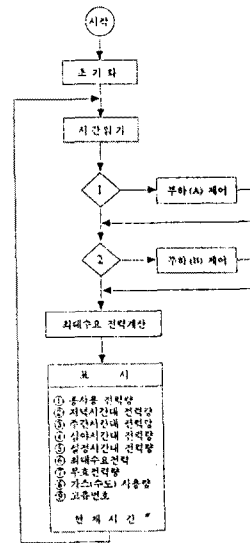
3. S/W 설계

S/W는 수용가 단말 제어 장치의 제어부에서 원활하게 모든 기능을 수행할 수 있도록 마이크로프로세서를 제어하는 명령이다. S/W는 제 변수 및 레지스터를 초기화하고 마이크로프로세서의 상태를 검지하는 초기화, 검침 모듈 현재의 시간을 읽고 셋팅할 수 있는 시간 모듈, 부하 제어 모듈, 표시 모듈, 통신 모듈로 나눌 수 있다. 전체 S/W의 흐름도는 그림 2.과 같다.

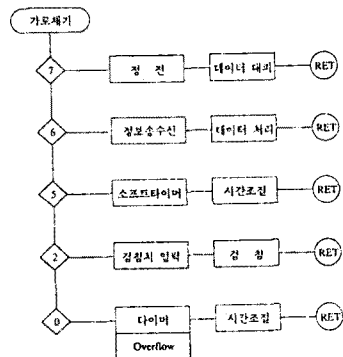
4. 통신 프로토콜

자동검침 및 부하제어를 위한 통신 프레임의 포맷은 기능에 따라 명확하게 구분된 4개의 필드로 구성되어있다. 각 Field별로 사용하지 않거나, 예비되어 있는 부분은 '0'로 채운다.

- 1) Address부 : Address부는 자동검침용 SCCU Address와 SCCU Ch-address 및 FCCU 와 CRU Address를 포함하여 3 Byte로 구성한다.
- 2) Control부 : Control부는 통신 프레임의 진행 방향, 명령의 종류, 후속 프레임의 존재 여부를 나타내는 각종 제어 및 통신 흐름에 관련된 사항을 표시한다.
- 3) 데이터부 : Control 부에 명시된 동작 상태에 따라 부가적인 데이터가 있을 경우 여기에 나타난다. 데이터부는 4 Byte로 구성되며 사용되지 않는 부분은 '0'으로 채운다.
- 4) ERROR 검출부 : ERROR 검출부는 1개의 ERROR를 검출 및 교정할 수 있는 HAMMING_CODE를 이용하고 데이터 프레임의 길



(a) 주 프로그램 흐름도

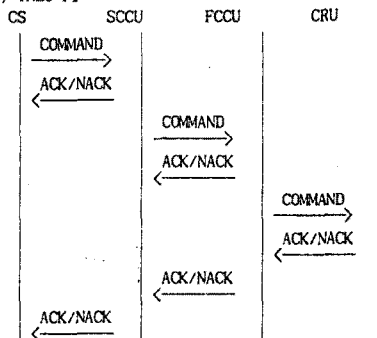


(b) 인터럽트 흐름도

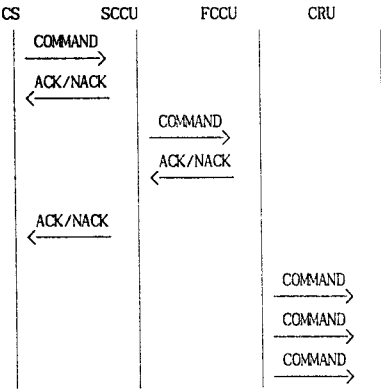
그림 2. CRU 주 프로그램 흐름도

이에 따라 (63, 57), (127, 120) HAMMING_CODE를 이용한다. 프로토콜은 명령의 종류에 따라 3가지로 대별되며 다음과 같다.

1) TMLC-P1



2) TMLC-P2



3) TMLC-P3

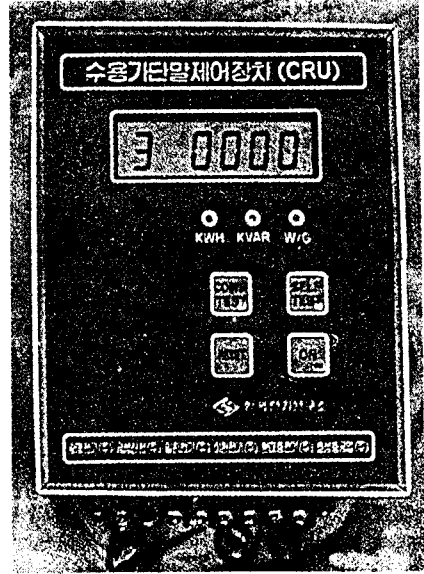
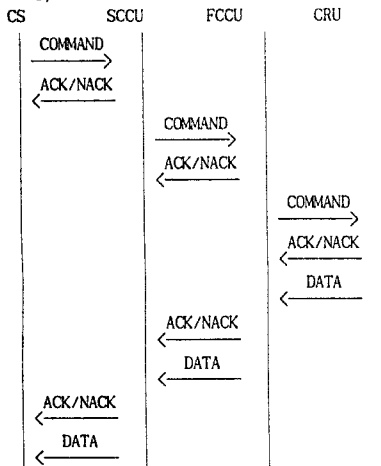


사진 1. 수용가 단말제어 장치의 시제품

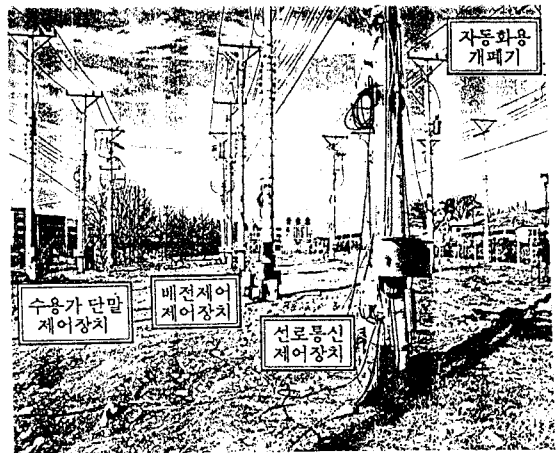


사진 2. 실증시험장의 전경

5. 결과

수용가 단말제어장치에 필요한 표 1.의 기능을 완료하였다. 제기능의 동작 확인은 Intel사의 In-circuit Emulator를 이용하였고, 통신 부분은 KERI에 설치된 KODAS 실증시험장을 통해 확인하였다. 통신 부분은 전력선을 이용한 배전선 반송 방식에 의해 구현되었으나 추상변압기 경과시에 신호감쇄가 크게 일어나 통신 성공률이 떨어지는 단점이 발견되었으므로 이에 대한 보완 연구가 필요하다. 그러나 실증시험장의 개폐기 제어에 의한 개폐서어지에 대해 자동작업이 동작되는 것을 확인하였다.

사진 1.은 개발된 수용가 단말제어 장치의 시제품이며, 배이스부, 전원부, 모델부, 신호증폭기부, 제어부, 표시부, 입력부등 모듈별로 제작하여 보수 시의 편리성을 도모하였다. 또한 변압기를 이용한 허부하부를 설치해 펄스발신형 전력량계에 부하를 공급하고 이에 의해 전력량계는 1Pulse/1kWh (500rev/1kWh)를 발생시켜 수용가 단말제어장치로 보내고 수용가 단말제어장치는 이를 입력받아 전력량을 연산하는 것을 시험하였다. 사진 2.는 실증시험장의 전경으로 배전자동화에 필요한 선로통신 제어장치, 배전제어 단말장치, 자동화 개폐기, 수용가 단말제어장치등으로 구성되어 있다. 앞으로의 과제는 통신 성공율을 향상시키기 위한 연구가 필요하며, 현재 한국전력 강동 지점에서 약 200호를 대상으로 실용화연구를 진행 중이다.

참고문헌

1. R.C. Hemminger, L.J. Gale, J.B. O'Neal JR., "signal propagation on single phase power distribution lines at power line carrier frequency", IEEE Transaction on power delivery, Vol. PWRD-2, No.1, Jan, 1987
2. Rashid, "power electronics circuits, devices, and applications", prentice hall.
3. intel, "16-bit embedded controllers"
4. 유 광, 권 순만, 김 중수, "다기능 디지털 전력량계 개발 연구", 한국전기연구소, 1986