

# PLC 통합 검침 인프라를 활용한 양방향 전력부하 원격관리 기술

최문석 이예영 주성호 백종목  
한국전력공사 전력연구원

## Remote management of electric load based on PLC AMR Infrastructure

Moonsuk Choi, Yeyoung Lee, seongho Ju, Jongmock Baek  
Korea Electric Power Research Institute

### ABSTRACT

에너지 자원의 고갈과 환경 문제들이 화두가 되면서 전 세계적으로 에너지의 효율적인 활용을 위해 관심이 집중되고 있다. 이러한 상황에서 에너지 자원을 전적으로 수입에 의존하고 있는 우리나라는 전력의 수급안정 및 소비 절약을 위해 수요관리가 무엇보다 중요한 실정이다. 이미 수요관리의 중요성을 인지하고 여러 방법을 통하여 전력수요를 관리해 오고 있으나 아직까지는 많은 문제가 따르는 상황이다. 수요관리의 한 방법으로 하계기간에 전력소모량의 가장 큰 비중을 차지하는 에어컨의 피크시간대 제어를 통하여 수요를 조절하는 방법이 있다. 기존에 운영되던 원격에어컨 제어 방식은 제어가 단 방향 통신이라는 점과 별도의 통신비용이 부담되는 등 문제점을 가지고 있다. 본 논문에서는 PLC 통합검침 인프라를 통한 양방향 원격 에어컨 제어 시스템을 구현하여 전력수요의 효율적인 관리의 방법에 대해 제안하고자 한다.

### 1. 서론

우리나라는 높은 경제성장과 더불어 전력수요가 지속적으로 증가하였다. 이를 충족하기 위해 발전설비의 건설이 활발히 이루어져 왔으나 늘어나는 수요에 맞추기 위한 공급능력의 확충에는 엄청난 투자비 부담이나, 환경오염, 입지난 등과 같은 문제로 인해 많은 제약이 있다. 그럼에도 불구하고 우리나라의 전력수급상황은 계속적으로 증가하여 여름철 최대부하시간에 가동 중인 발전소가 정지되거나 이상고온 등으로 인해 냉방부하가 급증하면 수급차질을 염려하는 상황에까지 이르게 되었다. 이에 전력수급안정을 위한 방법으로 최대전력수요를 조정하는 방법이 시행되고 있다. 그 중 하나의 방법으로 직접 부하를 제어하는 방법이 있다. 실제 여름철 피크전력에 에어컨 부하가 가장 큰 비중을 차지하므로 에어컨부하를 제어하여 최대 전력 수요량을 조정하는 것이다.

에어컨 부하를 제어하기 위하여 기존에 사용되던 페이지 방식은 단 방향 통신만이 가능하여 제어명령 전송후 에어컨 제어 상태를 확인할 수 없기 때문에 실질적인 부하제어 효과를 파악할 수 없었으며 에어컨 제어를 위해 별도의 통신시설을 구축하기 위한 비용이 발생하였고 하계기간이 아닌 계절에도 항상 운영되어 불필요한 전력소모가 발생하였다. 이러한 단점으로 인하여 실질적인 전력부하제어의 효율성이 저하되었고 전력부하 제어시스템의 상용화에 어려움을 겪고 있다. 에너지 관리에 대한 필요성의 증가에 따라 효율적인 부하제어를 위해서는 보다 경제적이고 효율적인 전력부하시스템 개발이 필요하다. 이를

위해 본 연구에서는 PLC통합검침망을 이용한 시스템으로 전력부하제어시스템을 개발하였다. PLC 통합검침 인프라를 활용한 전력부하 제어 시스템은 한전에서 이미 시행되고 있는 PLC 통합검침 인프라를 이용하여 통신하기 때문에 기존의 페이지망을 이용한 에어컨 제어와 달리 별도의 통신구축 비용이 들지 않으며 양방향 통신이 가능하므로 제어 명령의 수행여부가 확인 가능하다. 또한 제어가 필요치 않은 시기에는 에어컨 기능을 비활성화 시키므로 저 전력소모의 시스템 구현이 가능하다.

### 2. 양방향 전력부하 제어

#### 2.1 시스템 개요

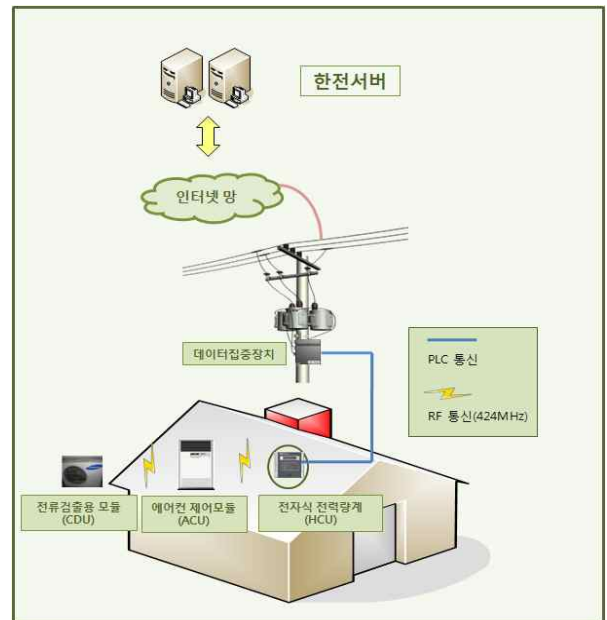


그림 1 시스템 구성도

이번 장에서는 PLC 통합검침 인프라를 바탕으로 한 양방향 부하제어 시스템의 전체적인 구성과 각 장비의 기능에 대해 설명한다. 원격검침업무를 위하여 각 수용가의 전자식전력량계에 PLC모뎀을 장착하고 수집된 검침정보들은 전주의 데이터집중 장치의 PLC모뎀에 전송된다. 데이터집중장치에서 수집된 데이터를 통합검침서버로 전송하여 관리자가 원격으로 검침 값을 얻을 수 있도록 한 시스템이다. 이러한 PLC통합검침 인프라에 에어컨 실외기에서 실내기, 전력량계에 이르기까지 에어컨 부하 제어 시스템을 구축하여 설계한 부분이 추가된 것이 바로

PLC 통합검침 인프라를 바탕으로 한 양방향 부하제어 시스템이다. 그림 1에 양방향 부하제어시스템의 전체 구성도를 나타내었다. 양방향 부하제어시스템은 크게 부하제어 서버, 데이터집중장치, 맥내수집모듈, 에어컨제어모듈, 전류검출모듈로 구성되며 각각의 주요 기능은 다음과 같다.

- 데이터전송장치(DCU): 변압기중심으로 구성된 소규모 BPL 네트워크의 관리와 검침데이터 수집 및 관리기능을 수행한다.
- 맥내수집장치(HCU): 전기, 가스, 수도 검침데이터를 수집하는 장치로 에너지공급사와 고객간의 통신게이트웨이 역할이다.
- 에어컨 제어모듈(ACU): 맥내수집장치로부터 에어컨 제어명령을 수신하고 에어컨의 제어결과를 다시 HCU로 전송한다.
- 전류검출모듈(CDU): 실외기의 전류소비량을 측정하여 에어컨 제어모듈로 전송한다.

### 2.2 전류검출용 모듈 설계 및 구현

CDU(전류검출용 모듈)는 실외기 전원공급용 분전반에 설치되며, CT센서를 전원입선(1선)에 연결하여 실외기의 소비전류를 검출한다. 검출된 소비전류량은 에어컨 제어모듈(ACU)의 상태요청 명령 시 RF프로토콜을 통하여 ACU(에어컨 제어 모듈)로 전송한다. 이와 같은 기능의 수행을 위해 CDU는 전원부, 제어부, IrDA 송/수신부, RF통신부, ISP부, Console부, RESET부로 구성된다. 그림 2와 3에 각각 에어컨 제어 모듈의 상세한 블록다이어그램과 프로토타입을 도시하였다.

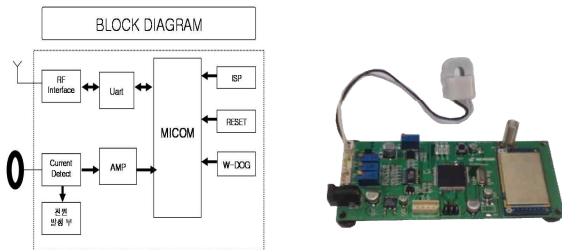


그림 2 전류검출용 제어 모듈 블록도

그림 3 전류검출용 모듈 하드웨어

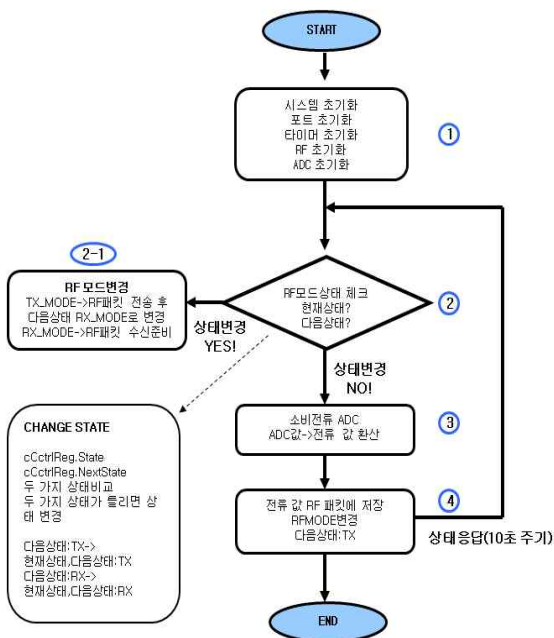


그림 4 전류검출용 모듈 순서도

전류검출용 모듈의 동작은 총 4단계로 초기화 단계, RF상태 체크 단계, 에어컨 소비전류 체크단계, 소비전류 값 RF패킷저장 및 전송단계로 진행된다. 그림 4에 전류검출모듈의 플로우 차트를 나타내었다.

### 2.3 에어컨 제어 모듈 설계 및 구현

ACU는 CDU와 주기적으로 통신을 하며 CDU로부터 전송받은 실외기의 소비 전류량을 저장, HCU의 상태요청 명령 시 저장된 실외기의 소비 전류량을 RF프로토콜을 통하여 HCU로 전송한다. HCU의 명령에 따라 IrDA(적외선센서)를 통하여 리모컨 프로토콜에 의한 에어컨제어를 하며, 리모컨 작동 시 리모컨의 신호를 분석하여 현재 에어컨의 설정 온도 및 동작 모드를 기억한다. 이와 같은 기능의 수행을 위해 ACU는 전원부, 제어부, 전류 검출부, Console 부, RF통신부, ISP부, RESET부로 구성된다. 그림 5와 6에 각각 에어컨 제어 모듈의 상세한 블록다이어그램과 프로토타입을 도시하였다.

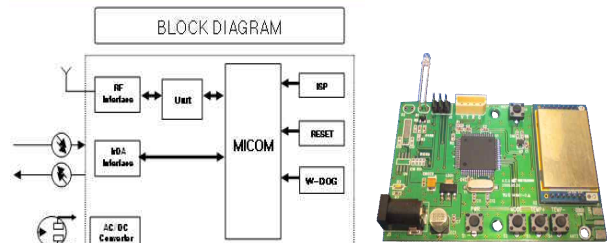


그림 5 에어컨 제어 모듈 블록도

그림 6 에어컨 제어 모듈 하드웨어

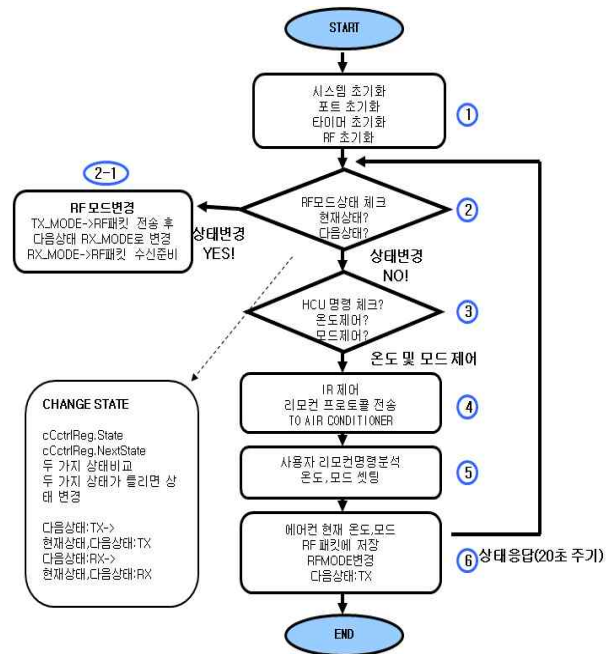


그림 7 에어컨제어용 모듈 순서도

에어컨 제어 모듈의 동작은 총 6단계로 초기화단계, RF상태 체크 단계, HCU 명령체크 단계, IrDA제어 단계, 사용자 에어컨 설정값을 분석하는 단계, 에어컨 설정 값 RF패킷저장 및 전송단계로 구성된다. 그림 7에 전류검출모듈의 플로우 차트를 나타내었다.

### 3. 테스트베드 구축 및 성능시험

#### 3.1 테스트베드의 구성

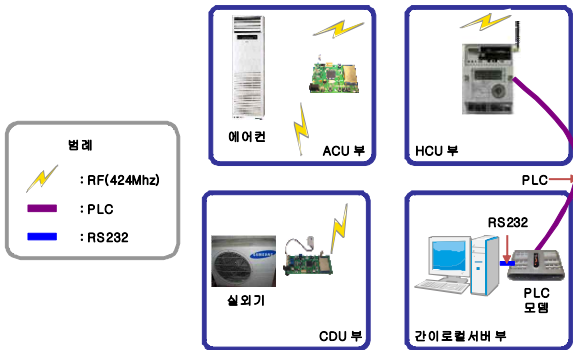


그림 8 테스트베드의 구성

테스트베드는 전류검출모듈(CDU), 에어컨 제어모듈(ACU), 맥내수집장치(HCU)와 간이로컬서버로 구성된다. PLC 검침인프라를 PLC모뎀과 간이로컬서버로 구현하고 실증 시험하였다.

#### 3.2 성능시험 결과

CDU는 에어컨 실외기에 설치하고 전원인입선(1선)에 CT센서를 연결하여, 작동시 실외기의 소비전류를 검출할 수 있게 하였다. 또 ACU는 에어컨의 옆면에 고정하였고 에어컨 제어용 IrDA는 리모컨 수신부에 가까이 설치하여 신호 데이터의 수신 이 잘 이루어지도록 설치하였다.



그림 9 CT센서 연결도



그림 10 실외기에 설치된 모듈

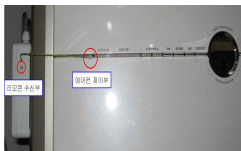


그림 11 에어컨제어 모듈 설치 설명

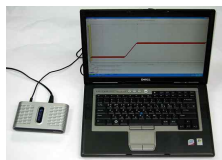


그림 12 시뮬레이터

실외기의 소비전류량을 3분단위로 최소 0~3KW까지 그래프로 표현하여 보다 쉽게 소비전력의 알 수 있고, 그 소비전력을 수치로 표현하는 기능과 에어컨 동작온도와 동작모드를 조절하는 기능을 구현하였다. 통신상태 점검을 위해 CDU와 HCU간의 통신 프로토콜을 확인할 수 있도록 설계하였다.

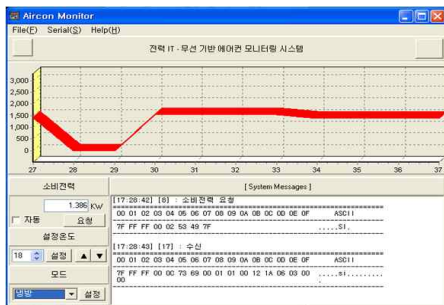


그림 13 에어컨제어 시뮬레이터 화면

### 4. 결론

본 논문에서는 PLC기반 통합검침 인프라를 바탕으로 한 양방향 전력부하 제어에 관한 개발 결과를 제시하였다.

현재 시행되고 있는 페이지망을 이용한 원격에어컨 제어는 단 방향 통신으로 제어명령 수행 시 그것의 시행 여부를 알 수 없기 때문에 보다 정확도 높은 시스템이 요구된다. 또한 통합검침 인프라를 이용한 방향 전력부하 제어 시스템은 이미 형성되어진 통합 검침 인프라를 이용할 수 있어 별도의 통신비용이 발생하지 않고 명령의 수신 상태를 알 수 있는 이점을 가지고 있다. 전력 소비량이 큰 에어컨의 작동 시 주전원 인입선에서 전류를 감지하여 전력 설비 용량 초과 발생 우려가 있을 경우 에어컨의 소비 전력을 줄여서 전력의 허용 용량을 초과하지 않도록 하는 방법이다. 그로 인해 주전원 차단기의 불시 작동으로 인해 주변 설비의 데이터 손실 등의 사고를 방지할 수 있다. 이 기술은 앞으로 계속 확대되어 가는 통합검침사업을 바탕으로 전력수요를 조정하여 사고를 미연에 방지할 수 있는 안정성 기반의 부가서비스로 발전할 것이다.

### 참고 문헌

- [1] Byungseok Park et al, "Development of AMR System using Communication Network", ICEE 2004, 2004
- [2] 전력산업 구조개편과 수요관리제도 연구, 에너지경제연구원, 1999