

에어컨부하 직접 제어시스템 실용화 연구

고상천*, 이상윤, 김명수

Direct Load Control System for Air-conditioner

Sang-Chen Ko*, Sang-Yun Lee, Myong-Soo Kim
Korea Electric Power Research Institute (KEPRI)

Abstract - In recent years, it becomes a worldwide trend that the power utilities focus their attention to Demand Side Management. Increasing Electric power consumption, they adopt a direct load management to accomplish low cost and stability of electric supply. Following this trend, KEPSCO is researching a Direct Load Control System for Air Conditioner. This Paper presents the development results of the Direct Load Control System to Control electric power consumption of Conditioner in summer period this year.

에 설치하고 EMS(Energy Management System)와 연계하여 전력수급상황에 따라 전력수요를 합리적으로 제어할 수 있도록 하고자 한다. 이에 대한 통신방식으로 는 앞서 수행한 연구를 통하여 경제성이나 신뢰성 측면에서 가장 양호한 것으로 검토된 '페이저'에 의한 무선통신방식을 선정하였다. 또한 일반가정이나 사무실에 설치될 보급형 원격제어 에어컨은 이동통신회사의 무선교환시스템으로부터의 동작제어 지령을 수신할 수 있는 무선수신기를 에어컨 내부에 부착하고, 에어컨 Main Control Unit의 Control Program을 수정하여 필요한 제어기능을 원활히 수행할 수 있도록 하였다. 에어컨부하 직접 제어시스템의 개략적인 구성은 <그림 2.1>과 같다.

1. 서 론

여름철의 최대전력은 국민소득 증대에 따라 1960년대 초부터 1994년까지 연평균 14.5%의 꾸준한 성장을 하였다. 그리고 1994년에는 냉방수요의 폭증이 발생되었으며, 그 당시 에어컨부하의 전체 냉방부하의 50%를 상회하기도 하였다. 그 후, IMF 라는 국가적 경제위기로 인한 국내경기 침체 및 국민들의 절약의식 고취에 따라 최대부하가 잠시 감소하는 이변을 보였지만, 최근 경제회복에 대한 기대감과 함께 소비심리가 점차 되살아나고 있는 상황에서 에어컨 수요도 점차 급증할 것으로 예상되고 있다. 또한, 향후 여름철 최대전력발생시 안정적인 전력공급을 위해서 첨두부하를 가중시키고 있는 냉방부하를 합리적으로 조절할 수 있는 방안이 시급히 요구되고 있는 실정이다. 이에 따라 한국전력공사에서는 냉방부하의 50%를 차지하고 있는 에어컨부하를 효율적으로 제어할 수 있도록 에어컨부하 직접 제어 시행방안 연구를 수행 중에 있다. 이를 통하여 한국전력공사에서는 전력수급 비상시 에어컨부하를 직접 제어함으로써 전력수급능력 확충과 동·하계 부하평준화를 통한 부하율 향상으로 전력수급안정에 기여할 것으로 사료된다. 본 논문에서는 앞에서 언급한 에어컨부하 직접 제어를 위한 에어컨부하 직접 제어시스템 개발에 대한 추진현황에 대하여 살펴보고자 한다.

2. 본 론

2.1 에어컨부하 직접 제어시스템

2.1.1 개요

"에어컨부하 직접 제어시스템 실용화 연구"는 여름철 냉방기 가동에 의해 가중되고 있는 최대 전력수요를 효과적으로 억제하기 위한 방안으로 냉방부하의 50%이상을 차지하고 있는 에어컨부하를 직접 제어할 수 있는 기반을 조성하고자 하는데 있다. 이를 통하여 전력수급 비상시 에어컨부하를 사용 가능한 유효전력으로 대체하여 전력수요증가에 유연성 있게 대응하고 부하율 향상을 통한 투자비 절감과 전력수급 안정을 도모할 수 있을 것으로 사료된다. 이를 위해 부하제어센터를 중앙급전사령실

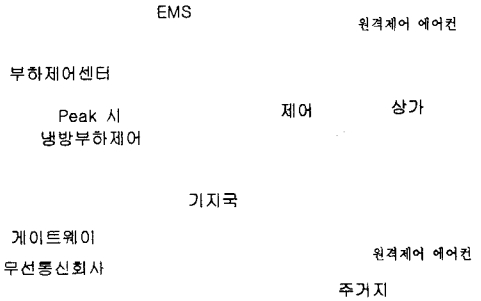


그림 2.1 에어컨부하 직접 제어시스템 구성도

2.1.2 국내 개발 현황

한국전력공사에서는 전력수요를 합리적으로 조절하여 최소의 비용으로 전력수요증가에 대응하고 부하율 향상을 통한 원가절감과 전력수급안정을 도모하기 위하여 다양한 수요관리방식을 추진하고 있다. [1] 그 내용으로는 고객의 자율의사에 따라 소비량과 시간선택을 할 수 있는 요금제도에 의한 수요조절방식과 전력회사가 필요시 고객의 기기를 직접 제어하여 수요를 관리하는 직접관리방식 그리고 고효율 기기의 보급과 소비절약을 유도하기 위한 인센티브제나 벌에 의한 강제방식의 3가지로 구분할 수 있다. 그 중에서 전력회사가 필요시 고객의 기기를 직접 제어하여 전력수요를 직접관리하는 방식에 관한 기초연구는 1990년도 "최대부하 직접제어에 관한 연구"에서 기 운영중인 한전의 VHF 무선망을 이용하여 일반용 에어컨 50대를 대상으로 원격제어 시험을 수행하여 직접 제어시의 제한사항에 대한 검토가 이루어졌으나 실제상황에 적용하기에는 다소 미흡한 실정이었다. [2] 그 후 1994년 "첨두부하 억제를 위한 원격부하제어시스템 개발 및 적용에 관한 연구"를 통하여 첨두부하 발생의 주원인인 냉방부하를 합리적으로 억제하기 위하여 신뢰성과 경제성이 우수한 '페이저'에 의한 무선통신

방식을 이용하여 에어컨 200대에 대한 직접 부하제어 실증시험을 수행하였으나, 외장형 '페이저' 무선수신기를 에어컨에 부착하는 방안은 수용가 출입 곤란, 설치공간 확보, 무단분리에 의한 제어 불능 등의 여러 문제점이 도출되었다. 따라서 일반 수용가에 확대 보급을 위해서 무선수신기를 내장하는 방안이 새롭게 대두되었다.

2.1.3 국외 연구개발 현황

미국에서의 부하제어는 여름철에 냉방기, 온수기, 수영장 펌프, 비상발전기를 대상으로 겨울철에는 전기 온수기, 난방기, 의류 건조기 등을 대상으로 하고 있으며, 남부지역에서는 하계피크를 제어할 목적으로 북부지역에서는 동계피크를 제어할 목적으로 직접 부하제어를 시행하고 있다. 그 동안 개발된 부하제어시스템으로는 전력선방송방식과 페이저를 이용한 방식 및 전력회사의 VHF 무선망을 이용한 시스템이 있다. [3] 이중에서도 Scientific Atlanta 및 Motorola사에서 공급하고 있는 VHF 시스템이 많은 전력회사에서 가장 광범위하게 적용되고 있다. 유럽에서의 직접 부하제어방식은 1980년대부터 개발되었으며, 1990년도 초기부터 독일, 영국, 프랑스 등에서 가로등 및 온수기 등의 제어에 사용되기 시작하였다. 이때 개발된 부하제어시스템은 기존에 운영되고 있는 전력선을 통신회선으로 그대로 활용하고 있다. 즉 제어센터의 중앙제어장치로부터 변전소의 신호주입장치는 일반 통신회선을 이용하고 변전소로부터 수용가의 제어수신기간은 특고압 및 저압선을 이용하여 리플신호를 보내기 때문에 "리플제어(Ripple Control)시스템"이라 부른다. 유럽지역에서의 부하제어는 여름철 냉방기를 사용하는 시기에 철두부하가 발생하는 우리나라와 달리 전기 난방기, 온수기를 많이 사용하는 동절기에 철두부하가 발생되어 동계부하를 제어할 목적으로 사용하고 있다.

2.2 부하제어센터

2.2.1 부하제어센터 구성

부하제어센터의 Hardware 구성은 Control Machine, 전용선 모뎀으로 구성되며, 전용선 모뎀은 EMS 수신을 위한 모뎀과 게이트웨이로 발신을 위한 모뎀으로 구성되고 통신속도는 9600bps이다. [3] 아래 <그림 2.2>에 부하제어센터의 개략적인 구성도를 나타내었다.

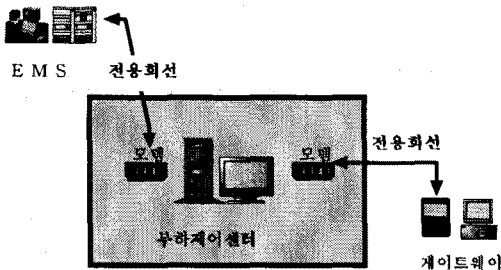


그림 2.2 부하제어센터 구성도

부하제어센터는 전용회선을 통하여 이동통신회사에 설치된 게이트웨이로 제어명령과 정보서비스를 전송하며, 게이트웨이에서는 정상수신시 'OK' 신호를 반송하며 통신유류 발생시 'ER' 신호를 반송한다.

2.2.2 통신프로토콜

(1) 제어명령의 종류 : 부하제어센터의 제어기능은 원격제어 에어컨 사용자들이 에어컨 제어로 인한 불편을 가능한 최소화하기 위하여 다양한 제어기능을 부여하였다. 제어명령은 크게 6가지로 구분할 수 있으며, 기능은

다음과 같다.

- OFF 제어는 에어컨을 그룹별로 OFF 하고자 할 때 사용한다.
- 온도제어는 에어컨을 번호별로 일정온도로 운전하고자 할 때 사용한다.
- 일괄온도제어는 에어컨을 번호별로 현재 사용자 희망온도에 +NC로 운전하고자 할 때 사용한다.
- 총괄제어는 에어컨을 그룹별로 주기적으로 정상동작과 OFF제어를 반복하고자 할 때 사용한다.
- 정상복귀는 에어컨을 그룹별로 제어해제 하고자 할 때 사용한다.
- 부가서비스는 에어컨 제어명령에 추가적으로 서비스를 확장하고자 할 때 사용한다.

(2) 명령프레임 구조 : 부하제어센터의 명령프레임의 구조는 <그림 2.3>과 같으며 제어명령의 종류에 따라 프레임의 길이 및 의미가 달라진다. 그리고 부하제어센터는 명령프레임 전송 후 이동통신시스템으로부터 응답프레임을 기다리며 응답프레임의 Result를 조사하여 'ER'이면 재 전송한다.

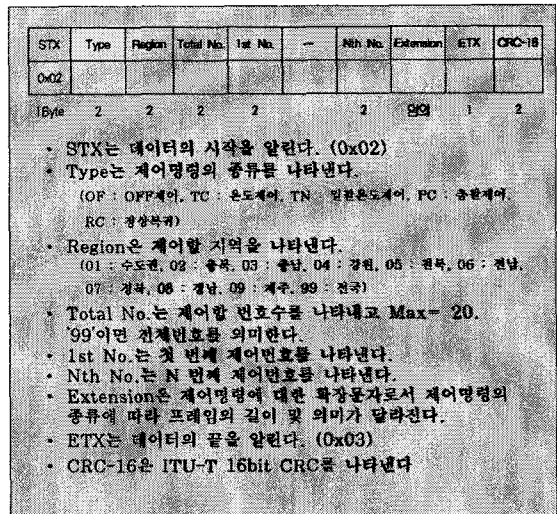


그림 2.3 부하제어센터와 게이트웨이간의 명령프레임 구조

(3) 응답프레임 구조 : 부하제어센터의 명령 프레임에 대하여 이동통신시스템은 수신된 프레임이 정상일 경우에 Result에 'OK'를 비정상일 경우에 'ER'을 셋팅하여 응답한다. 아래 <그림 2.4>에 부하제어센터와 게이트웨이간의 응답프레임 구조를 나타내었다.

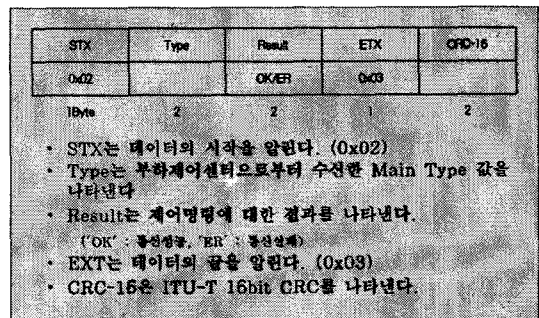


그림 2.4 부하제어센터와 게이트웨이간의 응답프레임 구조

2.4 원격제어 에어컨

현재 개발중인 원격제어 에어컨은 무선수신기를 에어컨

컨 내부에 내장도록 하여 기존의 외장형 무선수신기를 에어컨 외부에 설치할 때 발생했던 가정 출입 문제와 설치공간 확보에 대한 문제를 해결하도록 하였다. 또한 그 기능으로 OFF 제어, 온도제어, 일괄온도제어, 총괄제어(자동제어), 정상복귀, 부가서비스 등의 다양한 제어기능을 부여하여 사용자의 불편을 최소화하도록 하였다. 이를 위해 우선, 시제품 제작을 통해 각 제어기능에 대한 기능시험을 거쳐 수정보완 하였으며, 시범보급형 원격제어 에어컨 500대를 제작하여 인터넷 및 신문공고를 통하여 희망자를 선정하여 시범 보급하였다. 그리고 금년(1999년) 여름동안 원격제어 에어컨의 기능 및 성능에 대한 실증시험을 통해 기능 및 성능에 대한 기술규격을 추가 보완할 예정이다. 위의 결과를 토대로 추후에 일반사용자들에게 판매할 보급형 원격제어 에어컨의 기술규격을 확정하고, 효과적으로 보급할 수 있도록 에어컨 제작사별 인센티브, 요금구조 등의 다각적인 지원방안을 검토하여 에어컨 모델·용량별 지원기준의 확정 및 법적 지원방안을 마련할 예정이다.

2.4.1 기본구성

원격제어 에어컨의 Controller는 에어컨을 제어하는 Main Control Unit 와 무선데이터를 수신하는 Pager Unit, 그리고 사용자가 에어컨의 동작을 설정하거나 설정된 상태를 표시하는 Display Unit로 구성된다.[3] 아래 [그림 2.5]에 원격제어 에어컨의 개략적인 구성을 나타내었다.

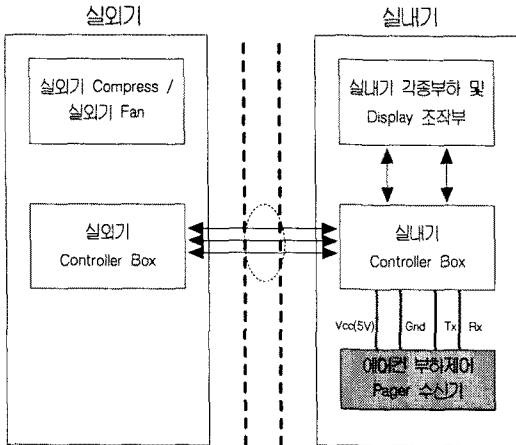


그림 2.5 원격제어 에어컨 구성도

일반적인 운전모드에서는 사용자가 에어컨의 동작상태를 자유롭게 Display Unit를 통하여 설정할 수 있다. 그리고 부하제어센터에서 송출된 제어명령은 이동통신회사의 게이트웨이에서 수신하여 중앙무선호출교환기→지역무선호출교환기→기지국을 거쳐 원격제어 에어컨의 무선수신기로 전송되어 에어컨의 Main Control Unit에서 현재 운전상태와 제어명령을 비교하여 에어컨을 제어한다. 또한 평상시에도 Main Control Unit는 항상 무선수신기의 상태를 감시하여 일정시간동안 Vital 신호가 없거나, 미수신지역으로 수신되면 전출력은 정지되고 Display Unit에 이상상태를 표시하도록 하였다.

2.4.2 통신프로토콜

(1) 명령프레임 : 원격제어 에어컨의 무선수신기와 Main Controller 간에 명령데이터에 따른 프레임구조는 아래 <표 2.1> 과 같으며 그 내용은 다음과 같다.

- 모든 종류의 명령프레임은 총 8Byte로 구성되고 각 항목은 1Byte 이다.

- Checksum 1Byte(##)는 명령, 온도설정, OFF time, ON time, 지속시간을 summation한 값이고, 여기에서 Carry는 제외한다.
- 명령, TT, XX, YY는 BCD(00~99)로 전송한다.
- ZZ는 HEX값으로 전송한다. (00h~FFh).
- 주기신호는 수신가능지역과 수신불가능지역을 구분하여 30초 간격으로 전송. 30초가 되지 않은 상태에서 명령프레임을 송신할 경우, 명령프레임의 송신시점에서 30초 간격으로 전송한다.
- 이동통신업체로부터 동일한 신호를 수신기에서 연속으로 수신할 경우, 1분 이내에 수신하면 무시하고, 1분 이후에 수신하면 에어컨으로 전송한다.

표 2.1 무선수신기와 에어컨간의 명령프레임구조

기능	프레임	Start	명령	온도설정 (Temp)	OFF time	ON time	지속시간 (Duration)	Checksum	Stop
OFF 제어	0F	00	00	XX	00	00	00	##	0E
정상복귀	0F	01	00	00	00	00	00	##	0E
온도제어	0F	02	TT	00	00	ZZ	##	0E	0E
총괄제어	0F	04	00	XX	YY	ZZ	##	0E	0E
일괄온도제어	0F	05	TT	00	00	ZZ	##	0E	0E
주기신호 (수신가능지역)	0F	09	00	00	00	00	##	0E	0E
주기신호 (수신불가능지역)	0F	09	TT	00	00	00	##	0E	0E

2.4.3 그 밖의 기능

(1) 무단분리방지 기능 : 일반사용자들에 의한 무선수신기의 무단분리로 인한 제어기능 차단에 대비하여 무선수신기의 상태를 항상 감시하도록 하여 무단분리시 Display Unit를 통해 이상상태를 표시하고 에어컨의 정상동작을 제한한다.

(2) 정보서비스 기능 : 사용자에게 기상정보(날씨, 기온, 강수확률)와 금융정보(주가지수, 환율) 등의 각종 정보서비스를 제공할 수 있는 기능을 부여한다.

3. 결 론

본 논문에서는 "에어컨부하 직접 제어시스템 실용화 연구"에 대한 추진현황, 부하제어센터 및 원격제어 에어컨 개발현황에 대하여 살펴보았다. 본 연구를 통해서 확정된 기술규격은 2000년경부터 일반사용자들에게 시판될 원격제어 에어컨의 모델에 적용될 예정이며, 이 원격제어 에어컨의 보급이 활성화되면 여름철 냉방부하에 의해 가증되는 최대전력수요를 효율적으로 억제할 수 있을 것이다. 또한 전력설비 고장에 의한 전력수급비상시 유연성 있게 대처할 수 있는 기반이 조성되고, 동·하계 부하평준화를 통한 부하율 향상으로 발·송·배전 설비에 대한 투자비가 절감되어 국가경제 발전에 크게 이바지 할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 판매사업단, "DSM 현황 및 향후 추진방안", 1998
- [2] 전력연구원, "첨두부하억제를 위한 원격부하제어시스템 개발 및 적용에 관한 연구", 1997
- [3] 전력연구원, "에어컨 직접 부하제어 시행방안 연구 1/4분기 보고서", 1999