

첨두부하 억제를 위한 원격부하제어시스템 개발 및 적용에 관한 연구

°趙善九* · 文洪石* · 尹甲求** · 李元彬*

* 正會員 : 電力研究院 情報通信技術研究팀 ** 正會員 : 에이스技術團

A study on the Implementation of a Remote Control System for Peak Load Clipping

Seon-Ku Cho* · Hong-Suk Moon* · Kap-Koo Yoon** · Won-Bin Lee*

* : Korea Electric Power Research Institute ** : ACE Engineering Inc.

Abstracts

The recent rapid growth of air conditioning load has become a major reason of peak load increase in summer. In connection with this, we surveyed the load management projects of utilities world-wide and their detailed activities. This study is to develop a remote load control system using computer and radio communications. We finished the field-test of this system on August 1995 in Seoul area. During the field-test, the remote load control of air conditioners was proved to be well-timed. Two control modes, group control and all control, are available for the user to select.

The transmission reliability of the load control signal was very good and the functions of system hardware as well as the software were excellent. So we confirmed the applicability of the load control system including the pager communication network. In this paper, detailed information on the system functions and experimental results are described.

1. 서론

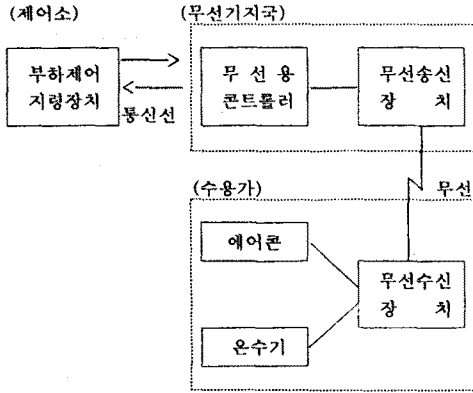
전력수요는 일별, 주별, 계절별로 시간의 흐름에 따라 변화한다. 수요의 변동폭이 심한 경우, 그 특성상 저장이 불가능하므로 최대수요에 대한 관리가 무엇보다도 중요하다 하겠다. 80년 이후 최대수요는 이상저온 현상이 있었던 93년을 제외하고 여름철에 발생하였다.

하계 최대수요는 최근 90-94년 기간 중 연평균 11.5% 증가하였으며, 94년은 이상고온으로 전년도에 비해 무려 23%나 증가하는 현상을 나타내었다. 이러한 최대수요의 급증추세는 에어컨 보유대수 확대에 따른 냉방수요 증가에 기인하는 것으로 분석된다. 냉방부하 급증에 대비하기 위해서는 공급능력을 확대해야 하겠지만 전원입지의 어려움과 막대한 시설투자 부담도 가중되기 때문에 수요관리 차원에서 최대부하를 억제하는 정책이 가장 바람직하다고 하겠다. 본 연구에서는 첨두부하를 억제하는 방안으로, 컴퓨터와 무선통신기술을 이용한 원격부하제어시스템을 개발, 수용가의 냉방기에 대한 부하제어 실험 시험을 실시하였다.

2. 시스템의 개요

원격부하제어시스템은 전력수요에 비하여 공급이 충분치 않은 경우 최대부하를 경감시킬 목적으로 수용가의 냉·난방기기를 전력회사 제어소에서 직접제어하는 방식으로 컴퓨터와 무선호출망(PAGER:일명삐삐)을 이용하여 부하제어신호를 송출하면 각 수용가의 냉·난방기에 연결된 부하제어수신장치가 신호를 수신하여, 해당기기의 전원공급회로를 차단하므로써 PEAK치를 낮추는 것이다.

<그림 1>은 미국의 대부분 전력회사에서 채택하고 있는 자사 무선망을 이용한 부하제어시스템을 도시한 것이다. 전력회사의 제어소로부터 무선기지국간은 전용통신선에 의해 쌍방향통신을 하며, 제어소 지령장치의 제어명령에 따라 무선통신 장치로부터 제어메세지가 송출되고 이 메세지가 지시하는 수용가의 냉난방장치가 동작하게 된다.



<그림 1> 부하제어시스템 구성도

3. 부하제어방법

제어방법에 있어서는 제어규모에 따라 개별제어, 그룹 제어, 일괄제어로 구분하며 그때 그때의 전력수급 형편에 맞추어 선택할 수 있으며 운용형태에 따라 수동제어 및 자동제어로 구분한다.

3.1 제어규모

개별제어는 냉·난방기기 각각에 대하여 1:1로 제어하는 방법이며, 그룹제어는 제어대상 수용가를 2~4개 그룹으로 분할하여 일정한 주기 (30분중 7.5분, 10분, 15분)로 제어하는 방법이고, 일괄제어는 전력수급 비상시 또는 제동사고로 인한 주파수 저하 시 전체 부하제어 대상기기를 한꺼번에 제어하는 방법이다.

3.2 운용형태

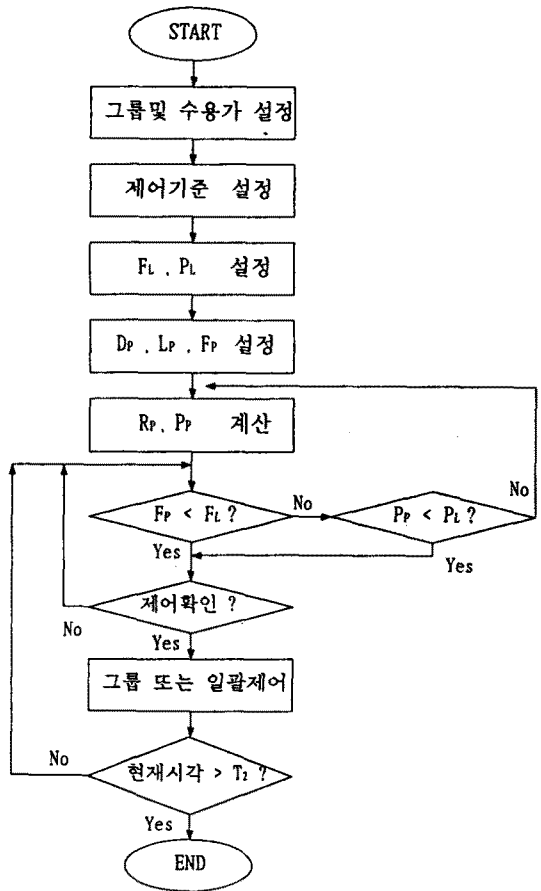
수동제어는 Operator가 필요에 따라 직접 제어하는 방법이며, 정상으로 회복되었다고 판단되면 Operator가 다시 '제어해제'를 명령함으로써 다시 제어대기 상태로 환원된다.

자동제어는 컴퓨터에 장착된 운용소프트웨어의 부하제어 조건 설정 기능에 의하여 컴퓨터가 제어신호를 송출하게 된다.

3.3 제어절차

부하제어절차는 제어범위에 따라 전국용과 지역용으로 구분하여 수립하였는데, 여기서는 전국 규모의 제어절차에 대해서 설명하고자 한다. 전국을 대상으로 제어할 때는 계통운용상황 정보를 중앙급전시스템(EMS)으로부터 온라인 실시간 취득하게 되는데 대상정보로는 공급능력, 현재수요, 계통주파수이다. 제어절차 수립에 필요한 요소는 다음과 같으며, 부하제어 순서는 <그림 2>와 같다.

- 공급능력 취득치 : D_P (MW)
- 현재수요 취득치 : L_P (MW)
- 주파수 취득치 : F_P (Hz)
- 예비전력 계산치 : R_P (MW)
- $R_P = D_P - L_P$
- 예비율 계산치 : P_P (%)
- $P_P = 100(D_P - L_P) / D_P$
- 주파수 하한 설정치 : F_L (Hz)
- 예비율 하한 설정치 : P_L (%)
- 제어시간범위 설정치 : $T_1 - T_2$ (hh:mm-h'h':mm)



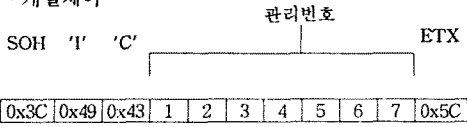
<그림 2> 부하제어 순서도

부하제어를 수행하기에 앞서 계통주파수와 예비율의 하한치를 설정해 놓고 실제 계통운용시 주파수와 예비율 중 어느 하나라도 설정치보다 작게 되면 제어확인 여부를 묻고 제어기준에 따라 그룹 또는 일괄제어를 시작하게 된다.

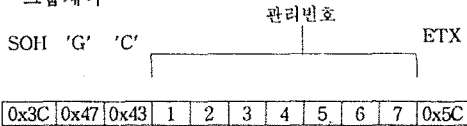
3.4 제어명령

모든 부하제어 신호는 일정한 명령코드를 통해서 수행된다. 지령시스템으로부터 무선호출관문(Gateway)시스템으로 제어명령이 송출되는 경우의 예는 다음과 같다.

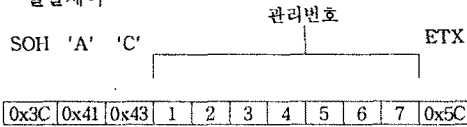
· 개별제어



· 그룹제어



· 일괄제어



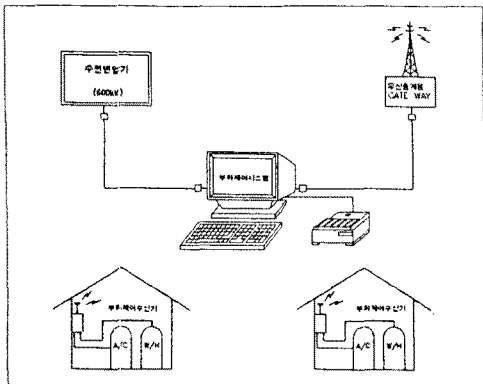
총 11 Byte

4. 실증시험

4.1 시험개요

구분	내용
시험기간	95. 7.20 ~ 8.20
시험장소	서울 강남구 H아파트
수용가수	300가구
제어대상	Package Air-con. 140대
수전설비 용량	600kW급

4.2 실증시험시스템 구성도



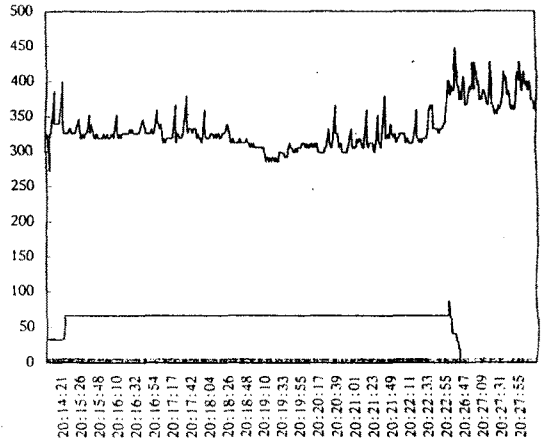
4.3 실증시험내용

제어정보 전송신뢰도 점검목적으로 수동 및 자동제어 명령에 의한 부하제어 신호수신기 응답상태 확인결과, 신뢰도는 100%(잠정치) 유지하는 것으로 분석되었다.

다만 무선호출 빈도가 가장 많은 시간대(오전10~12시, 오후4~6시)에는 전송지연 현상이 발생하였다(최대 30초). 부하제어 기능에 따라 개별, 그룹 또는 일괄제어를 수행한 결과 정상적으로 처리되었으며, 자동제어 모드로 전환한 후 예비율 계산치가 기 설정된 예비율보다 작게 되자 경보메시지와 경보음이 동시에 발생하며 컴퓨터가 제어 알고리즘에 의해 자동제어를 수행하는 것을 확인하였다.

제어간격은 정상시 10분/30분 (33.3%) 주기로 실시하였으며 매초마다 부하변동 추이를 Database 에 저장하여 부하제어 실적을 기간별로 집계 분석하고 그래프로 출력하므로써 부하변동폭을 확인할 수 있었다. 이 아파트의 경우 부하제어 실측기간중 Peak부하는 550kW를 기록하였고 그룹제어로 얻은 경감부하는 약 100kW로 추정되어 부하제어율은 18.2% 였다.

(MW)



(T)

<그림 4> 부하제어 시험결과 그래프

<그림 4>는 95년 8월 10일 20시 14분부터 20시 27분까지의 부하제어 시험결과를 22초 간격으로 sampling하여 그래프로 표시한 것으로서, 상부측 꺾은선 그래프는 수전변압기 부하(Lp) 변동설적이고 하부측 그래프는 경감된 만큼의 부하를 나타낸다. 그래프에서 보는 바와 같이 20시 14분부터 약 7.5분간 그룹제어를 수행하는 동안 약 70kW의 부하경감 효과를 거둔 것으로 분석된다.

5. 향후과제

5.1 대형냉방기 제어에 관한 고찰

제어대상 설비의 용량이 크면 클수록 제어효과가 크게 나타나는데, 이런 면에서 볼때 Package형 Air-con.보다는 대형냉방기(Chiller)를 제어하는 편이 더 효과가 크다.

그러나 대형냉방기는 대부분 건물자동화 시스템(BAS)의 통제를 받으면서 자체 빌딩의 온도조절을 수행하기 때문에 부하제어에 호응하기를 기대하는 것은 현실적으로 어렵다. 또한 외국에서도 대형냉방기를 대상으로한 부하제어사례는 거의 없는 것으로 조사되었다. 그럼에도 불구하고 전력수급사정이 매우 악화되는 경우에는 대형냉방기 제어도 불가피하므로 이에 대한 조사연구가 필요하다고 하겠다.

5.2 무선호출방식에 관한 고찰

유선방식에 비해 무선호출방식은 설치가 간편하고 수신기의 제작비도 저렴하다는 장점을 가지고 있어서 활용전망은 밝다고 하겠으나, 단방향 통신이어서 부하제어 실적관리 등의 부가기능이 지원되지 못한다는 단점도 있다. 따라서 양방향통신이 가능한 전송망(CATV망, TRS망) 이용방식에 관한 조사연구도 필요하다.

6. 결론

실증시험을 통하여 얻어진 분석결과에서 부하제어 명령신호의 전송신뢰도가 매우 높았던 점과 시스템 하드웨어와 소프트웨어 기능이 우수한 것으로 증명되어, 무선호출망을 이용한 부하제어시스템의 실용화 가능성을 확인하였다.

앞으로 확대 적용할 경우에는 부하제어 신호수신기의 규격을 소형화하고, 제작단가를 낮추는 등의 경제성확보를 위한 지속적인 노력이 필요하고, 신규로 출하되는 에어컨에는 수신기를 내장하여 판매토록 하는 방안도 강구되어야 할 것이다.

또한 부하제어 대상 고객에 대한 체계적인 홍보방안을 마련하여 수요자와 공급자가 모두 만족하는 범위 안에서 요금제도를 개선한다든지, 인세티브를 제공하는 방법도 계속 검토해야 하겠다.

[참고 문헌]

- [1] COBA-MID, "The Direct Load Control Industry Report" 1993-94, Short-Term Needs and Long-Term Strategies, March, 1993.
- [2] Philip I. Dunkin, "The Distribution Automation Industry Report" First Edition, CHARTWELL Inc., 1993. 8.
- [3] "Water Heating/Space Conditioning Control Test" Final Report, Division of Energy Conservation and Rates, TENNESSEE VALLEY AUTHORITY, 1992.
- [4] 정태용 외, "냉방수요행태 조사분석및 예측", 에너지경제연구원, 1994. 10.
- [5] "부하조절 업무처리기준", 한국전력공사 판매사업단 영업처, 1995. 5.
- [6] "최대부하 직접제어에 관한 연구", 한국전력공사 계통운용처, 1990.
- [7] "수용가 자동원방점침과 부하집중제어에 관한 연구", 한국전력공사 전력연구원, 1987.