

Peak 負荷 抑制을 위한 電力負荷管理  
(電力負荷 直接制御方式)

金 榮 漢, 李 孝 祥, 金 在 泳  
(韓國電力公社 發電處)

POWER LOAD MANAGEMENT FOR PEAK LOAD CLIPPING  
(POWER LOAD DIRECT CONTROL METHOD)

Yeong-Han Kim, Hyo-Sang Lee, Jai-Young Kim  
Power Generation Depart., Korea Electric Power Corporation

ABSTRACT

Owing to the rapid development of economy and the higher living standard of people, electricity demands have growth and the peak load has been increased rapidly. To cope with this impacts and to reduce the cost of service, utilities are concerned about power load management program.

This paper shows a scheme of power load control and the basic structure of direct load control system. And also radio control method using the public pager which is one of the best economical and serviceable method in techniques will be introduced briefly.

1. 서 론

국가경제의 지속적인 성장과 국민생활수준의 향상으로 인하여 최근 각종 냉방기기의 보급이 날로 증가됨에 따라 최대부하의 크기는 급증하고 최소부하와의 격차가 심해짐으로 해서 부하율도 저하되고 있다.

머우기 전력수요증가에 따른 전원개발 요구증대에 반해 전원개발 입지확보의 곤란, 발전소 건설 공정의 장기간 소요등 단계적으로 대처할 수 없는 제반문제의 대우로 인하여 급변하는 전력 수급변동량에 대한 구체적이고도 실행가능한 부하 관리방안 수립 및 이의 구현을 위한 연구의 필요성이 높아지고 있다.

이러한 부하관리의 효과로서는 에너지절약, 연료비절감, 공급신뢰도증진, 전력설비 투자비 감소등을 들 수 있으며, 이미 선진외국의 전력회사에서는 부하관리체제를 갖춰 히트펌프, 에어컨, 전기온수기 등 냉난방기기를 대상으로 실행하여 큰 효과를 보고 있다.

우리나라의 경우도 <표 1>에 나타난 바와 같이 여름철 냉방부하가 전체부하에서 차지하는 비중이 증대됨에 따라 하계 냉방부하관리를 위한 전력부하직접제어시스템 구축 및 에너지관리시스템(EMS)과의 결합기술에 관한 연구가 절실히 요구되고 있다.

여기에서는 전력부하관리방안, 전력부하 직접제어 시스템 기본구성, 경제적인 제어방법으로서 공중용 페이지방식을 이용한 제어방법에 대하여 간략히 소개하고자 한다.

표 1. 최대 부하일의 냉방부하 점유율 실적

년도	최대 부하 (MW)	냉방 부하 (MW)	냉방부하 (%)		비고
			증가율	점유율	
1981	6,144	874	136.9	14.2	
1982	6,661	966	10.0	14.5	
1983	7,602	1,193	23.5	15.7	
1984	8,811	1,362	14.2	15.5	
1985	9,349	1,680	23.3	18.0	
1986	9,915	1,370	-18.5	13.8	
1987	11,039	1,336	-2.5	12.1	
1988	13,658	2,382	78.3	17.4	

2. 전력부하관리 방안

전력부하관리의 목적은 최대부하를 줄이고 최소 부하를 높이는 부하 평준화와 부하율 개선을 통하여 전력설비 투자비와 운영비를 절감하는데 있다. 이를 위한 방안으로서는 전력 요금제도를 이용하여 가장 저렴하게 전기를 사용하도록 수용가의 자발적 행동을 유도해 수용가 주체의 부하 조절을 시행하는 간접제어(Indirect Control)방법과 전력회사가 주체가 되어 부하제어시스템을 설치 수용가의 전력사용에 대한 직접제어를 시행하여 현재의 자원을 최대한 활용할 수 있도록 부하 곡선의 형태를 바꾸는 직접제어(Direct Control) 방법이 있다.

특히, 부하곡선의 형태변화에 따라 <그림 1>과 같은 다양한 부하관리방안이 제기되고 있다.

가. 최대부하 억제 (Peak Clipping)

최대부하 기간중 냉난방부하등에 대한 제한으로 부하율을 상승시키는 직접관리 또는 전력요금 조절이 병행된 긴급시 부하조절을 시행하는 것으로써, 최대부하를 억제하여 필요 설비용량 및 운전비를 줄이고 공급신뢰성을 유지할 수 있다.

나. 심야부하 창출 (Valley Filling)

심야기간 동안 전력사용을 증대시키는 방법으로 주로 축열식 전기온수기(Storage Water Heater), 축열식 온수난방등 축열식 기기의 보급확대에 의해 가능한 부하관리 방안이다.

다. 최대부하 이동 (Load Shifting)

최대부하 시간대의 부하(Peak Load)를 심야부하 시간대(Off-peak Period)로 총수요전력량의 변화 없이 이동시키는 방법으로써, 최대부하 억제 및 심야부하 창출의 효과를 동시에 만족하는 설비를 효율적으로 이용하는 방안이라 할 수 있다.

라. 소비절약 (Strategic Conservation)

에너지소비절약을 유도하여 전시간대, 특히 최대 부하시간대의 전력수요를 감소시켜 부하율을 향상시키는 방법으로 주택의 단열(Home Insulation),

절전, 전기기기의 효율 증대등으로 가능하다.

마. 판매촉진 (Strategic Load Growth)

새로운 전력수요를 개발하여 판매를 증진시켜 부하율을 상승시키는 방법으로 장래의 전기자동차, 자동화, 산업설비에 있어서 전기에 의한 가열 공정으로의 변환등을 그 예로 들수 있다.

바. 가변부하 조정 (Flexible Load Shape)

가변부하 조절은 대표적인 원격조정에 의한 직접부하관리 조정방법으로 전력회사에서 개개의 수용가에 직접부하 조절기를 부설하고 원격조정을 하여서 전력회사 임의대로 부하를 조정, 관리하는 방법이다.

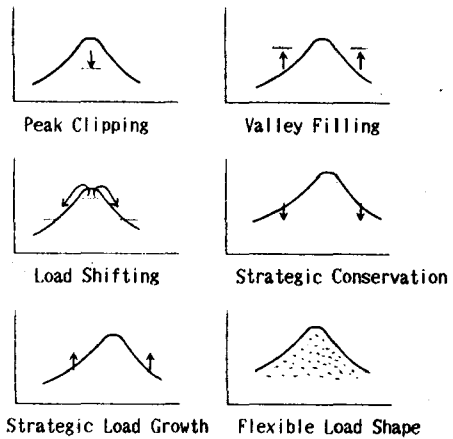


그림 1. 부하곡선의 형태 변화

이상과 같이 여러가지로 부하곡선 형태를 변화시키는 데 있어서 간접관리방법은 부하조정 효과를 얻는데 장시간의 노력과 많은 문제점을 내포하고 있다.

따라서 설비비가 소요되지만 단시간내 즉각적인 부하조정 효과를 가져올 수 있는 직접부하관리 방법에 대해 관심을 가질 필요가 있다.

여기에 30년이상 다양한 형태의 부하관리를 지속해온 불란서전력공사(EDF)의 연도별 부하곡선 실적을 참고로 <그림 2>에 나타내었다.

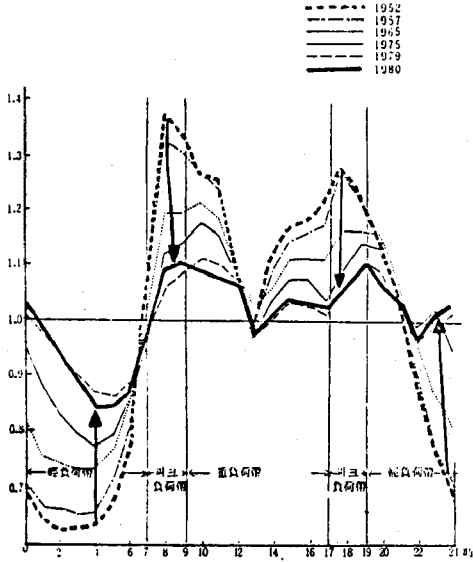


그림 2. EDF 1월 3째주 근무일의 평균부하곡선

3. 전력부하 직접제어시스템

3. 1 기본구성 및 통신방법

단시간내 부하조절 효과를 가져올 수 있는 전력부하 직접제어시스템의 기본구성은 <그림 3>과 같이 원격제어시스템 (Remote Control System)으로 이루어진다. 부하조정기로서는 수신기와 무선스위치 (Receiver/Switch)를 이용하고, 이를 제어하기위한 통신방법은 <표 2>와 같다.

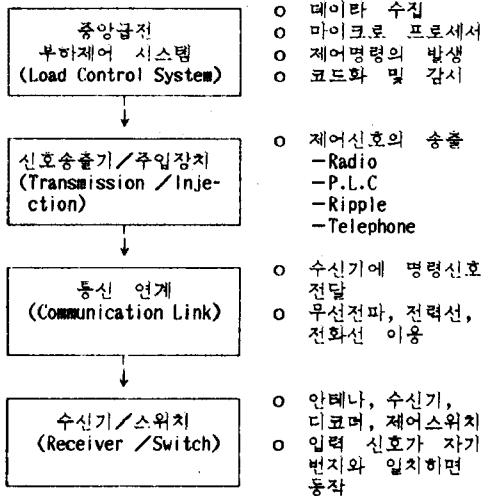


그림 3. 전력부하 직접제어시스템 기본구성

표 2. 통신방식별 비교

통신 방식	장 점	단 점
무선방송 (Radio)	- 상업방송망 이용으로 고신뢰성 유지보수의 불필요 - 설비간단 및 수신장치저가 - 광역제어가능	- 단방향 제어
전력선 이용 (Power Line Carrier)	- 기설전력선 이용으로 통신확보용이 - 기능의 다양 - 양방향 제어	- 반송장치 설치에 따른 설비비 고가 및 설비복잡 - 신호감쇠 큼 (변압기, 캐패시터)
리플제어 (Ripple Control System)	- PLC 보다 신호감쇠 작음 - 고 신뢰성 - 기설전력선 이용	- 설비비 고가 - 제한된 양방향 제어
전화선 이용 (Telephone Line)	- 양방향 제어 - 설비 간단	- 고객관리복잡 - 회선사용료 부담

3. 2 부하관리 적용 사례

다양한 형태의 부하관리방안을 적용하고있는 미국의 부하관리 현황을 일률적으로 기술하기는 어려우나 적극적으로 부하관리를 하고 있는 전력회사와 대상수용가의 현황은 <표 3>과 같다. 미국에 있어서 부하관리 대상기기는 주로 중앙 집중식 에어컨(Central Air Conditioner), 온수기(Water Heater), 관개용 펌프(Irrigation Pump) 등이고 통신제어방식은 라디오시스템을 주로 사용하고 있지만 리플, 전력선반송시스템 및 경우에 따라서는 동축케이블(Coaxial Cable)도 이용하고 있다.

표3. 전력회사의 부하관리 실례 (미국)

회 사 명	Maker	제어 부하	실치수
Ankansas P & L	M,FP	A/C,W/H	60,300
Buckeye Power, Inc	M	W/H	45,000
Cobb Emc, Ca	M	A/C	13,000
Detroit Edison	M	W/H	180000
Greenville Util, NC	M,FP	A/C,W/H	7,500
Mississippi P & L	M,FPSA	A/C	7,000
Pacific G & E	SA,FP	A/C,W/H	60,000
San Diego G & E	SA	A/C	7,200
Tennessee Vall Aut	M,RE	A/C,W/H	50,000
Wabash Val Pow, Ind	M	W/H	20,000

A/C- 에어콘 M-Motolola Inc, FP-Fisher Pierc  
 W/H- 온수기 SA-Scientific Atlanta Inc  
 RE-Reger Electronics Inc

4. Public Pager 방식에 의한 전력부하 직접제어  
 부하조정에 있어서 전력 공급자와 수용가간의  
 상호 제어방식을 어떠한 방식으로 할 것인가는  
 경제성과 신뢰성측면을 충분히 고려하여 선정해야  
 할 것이다.

여기서는 Load Switch 를 제어하기 위한 통신  
 수단으로서 경제적이고 신뢰성이 높은 Public Pa-  
 ger 통신방법의 적용에 대해 소개하고자 한다.

현재 한국전기통신공사가 운용하고 있는 공중용  
 무선 호출시스템을 이용하여 <그림 4>와 같이  
 제어시스템을 구성함으로써 송신설비를 갖출 필요  
 가 없고, 설비의 신뢰성도 보장될 수 있으며  
 또한 운용시 많은 경비를 절감할 수 있다.

제어대상으로서 대표적인 에어콘의 표준제어방법  
 은 <그림 5>와 같이 제어신호수신에 의하여 매  
 30분에 그의 25%인 7.5 분을 책무사이클로 반복  
 하여 압축기만을 정지시키는 것이며, 에어콘 1대  
 당 약 0.5 ~ 1.5 Kw 부하감소가 예상되고 실내  
 온도의 상승은 0.55~2.5 °C 정도로 예상되나  
 기타 제어대상에 대해서는 실수용가들의 실정에  
 따라 제어시간과 주기를 협의 결정하여야 할것이  
 다.

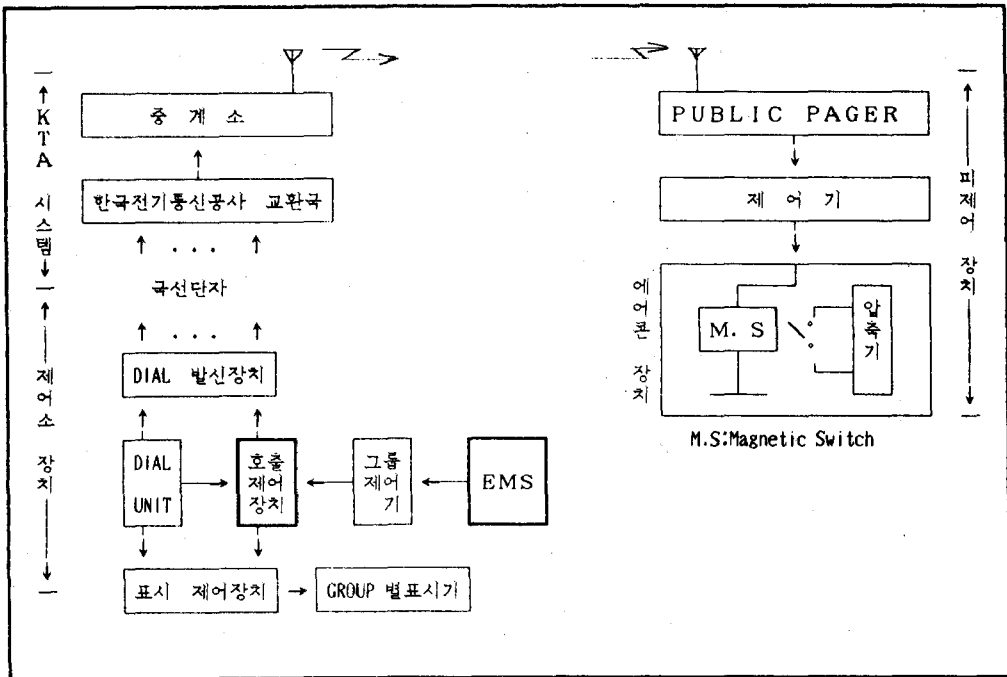
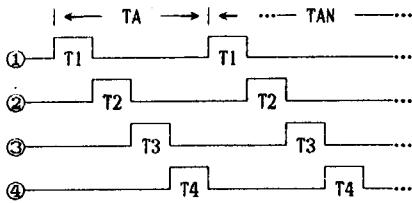


그림 4. 시스템 구성



TA : 제어소의 제어주기  
 TAN : 피제어기기의 자동작동주기  
 T1~T4 : 피제어기기의 책무시간

T1 : GROUP 1, 5, 9,13,---  
 T2 : GROUP 2, 6,10,14,---  
 T3 : GROUP 3, 7,11,15,---  
 T4 : GROUP 4, 8,12,16,---

그림 5. 순차제어 형식의 예

5. 결론

경제적이고 효율적인 전력계통 운용이 이루어지기 위해서는 지속적인 부하관리가 필요하다.

이런 점에서 그간 간접 부하관리방안의 일환으로 계절별 요금제도, 심야전력 요금제도, 하계부하 조정전력 요금제등을 이용하고는 있으나 더욱더 고품질의 전력수요에 부응하기 위해서는 즉각적인 효과를 기대할 수 있는 직접적인 부하관리방안의 시행이 절실하다고 볼수 있으며, 더욱이 최신키술인 에너지관리시스템(EMS) 과 상호 연계된 계통운용 종합시스템의 구축은 필수 불가결하다고 하겠다.

이러한 맥락에서 한국전력공사에서도 부하관리 전문위원회( Task Force ) 를 구성, 운영하여 최적의 직접부하관리시스템 도입방안에 대한 검토를 시행하고 있다.

특히, 여기서 소개한 공중용 페이지방식에 의한 전력부하직접제어시스템은 타방법에 비하여 신뢰성이 높고 경제적이며 단기간에 시행이 가능하지만, 한편 한국전기통신공사의 월사용료에 대한 관련법규적용, 기존의 공중용페이지 설비에 대한 책무싸이클 기능추가 및 에너지관리시스템과의 결합기술등에 대해서 계속 연구가 진행되어야 할 것이다.

1. Eugene F.Gorzelnik,"Utilites embrace direct load control",Electrical world,February 1982
2. "Marginal cost pricing and investment planning", Load management,EDF,1984
3. George W.Brazil,"Air conditioning load management program",IEEE SM,1979
4. M.L.Chan,"Economic issues ralated to assessing load management in electric utilites",IEEE PAS-102,Jun 1983
5. F.M.Hide,"Load management for efficient utilization of resources",Transmission & Distribution, May 1982
6. Clark W.Gellings,"The future course of load management",Transmission & Distribution,July 1983
7. " 하계냉방부하 특성분석 ", 한국전력공사,'88.12
8. " 효율적인 부하관리 ", 한국전력공사