



전력수요관리를 위한 원격부하제어시스템 개발

윤 갑 구*. 문 흥 석**

(* 에이스기술단 대표/기술사, **한국전력 기술연구원 전력연구실 선임연구원)

1. 서 론

인구증가와 경제성장 및 문화발전에 수반하여 전력수요는 증가되고 사용시간과 장소가 집중되는 경향이다. 따라서 계절별, 일형별, 시간별, 지역별로 부하차이가 심해지고 부하율이 저하한다. 종래와 같이 예측되는 전력수요 곡선을 왜곡(歪曲:Distortion)시키지 않고 그대로 충족시킬 수 있는 설비를 계획하고 건설하여 운용하는 공급관리(SSM:Supply-Side Management)에 의존할 때는 설비증설과 투자비가 증가하고 설비이용율이 저하하며 운전유지비가 증가하여 전력단가가 높아진다. 뿐만 아니라 지구환경을 해롭게 하는 CO₂ 배출량이 증가한다. 이러한 실정에서 설비투자비와 운전유지비를 절감하고 환경보전을 하기 위하여 수요곡선의 모양을 개선하도록 유도할 필요가 있다. 최근 세계적 추세는 부하관리와 효율향상 등으로 수요곡선모양을 개선하는 수요관리(DSM:Demand-Side Management)에 치중하고 있다. 여기서는 전력수요관리의 효과적 방법으로서 이론바 원격부하제어(RLC : Remote Load Control), 일명 직접부하제어(Direct Load Control)시스템의 개발기술을 검토한다.

개발코자 하는 RLC시스템은 일시정지시켜도 지장이 적은 수용가의 부하를 주기적으로 공급자가 제어할 수 있도록 하여 가변부하조성(Flexible Load Shape)을 하는 것이다. 가변부하조성은 필요시 운전예비율을 공급자와 수요자가 분담함으로서 전력수급의 안정을 도모하고 사회적 공급 지장비용을 경감시킬 수 있다.

2. 수요관리의 필요성

2.1 수급변동추이

전력산업의 기본목표는 양질의 전기를 안정되고 경제적으로 수용가에 공급하는데 있다.

그동안 우리나라의 전력수요증가 추세를 보면 60년대로

부터 70년대에 이르기까지는 급격한 수요 증대에 따른 부족한 전력을 공급하기 위하여 공급력 확충을 위한 전원 개발에 치중한 시기였고, 70년대에는 2차례(73, 78년)에 걸친 석유파동으로 수요가 둔화되어 전반과 후반에 큰 예비력이 나타나게 되었다.

80년대에 들어와서도 공급예비력의 여유가 증대됨에 따라 전원 개발 추진이 둔화된 반면 전력수요는 냉방수요의 증가로 인하여 하절기에 첨두부하가 발생(1981년)하였고, 최대 전력증가가 평균전력보다 큰 값을 보여 80년대 종반에는 예비율이 급속히 감소하게 되었다.

이에 따라 90년대에 들어와서는 공급예비력이 현저하게 (94년에는 2.8%) 저하되어 전력수급의 안정을 위해 수요관리의 필요성이 그 어느 때보다 절실한 단계에 이르렀다.

전력사업에 있어서 부하의 평준화는 어느 전력사업체에 있어서나 가장 기본적인 경영상의 목표관리대상이 되어 왔다. 이는 막대한 장치 산업으로 운용되는 전력회사에 있어서의 투자효율을 높이려는 의도에서 뿐만 아니라 국제적인 종점 과제로 되어 있는 에너지 절약과 환경보전 측면에서도 기여하는 바가 크기 때문이다. 따라서 종래의 전력산업은 공급력의 안정성과 신뢰도 확보면에 중점을 두어 왔다면 미래에는 국익과 인류 생존에 필요한 에너지 이용효율 개선과 환경보전을 위하여 안정되고 합리적인 수요관리에 의한 전력수급대책이 병행이 되어야 하겠다. 이러한 세계적인 추세에 따라 소위 수요관리(DSM : Demand Side Management)에 의한 전력사업 경영전략의 필요성이 대두하게 되었다.

2.2 첨두부하의 변동 추이

지금까지 우리나라의 전력수급대책은 공급설비를 확보하는 공급관리(SSM : Supply Side Management)가 주축을 이루어 왔으므로 최대수요의 변동 추이에 대해서 중점적인 관심사가 되어 왔다. 그러나 최근에 이르러 전원 입지확보의 곤란, 국제적인 환경 규제강화 및 막대한 투자재원의 조

달문제, 송전선의 건설부지 용지교섭난 등으로 공급력의 확보에 매우 어려움을 겪게 되었고 발전소를 건설하는 것과 병행하여 수요관리로 같은 양의 투자조절효과를 얻을 수 있으며 또한 자원의 효율적인 배분면에서 유리하기 때문에 부하율의 제고가 전력사업의 큰 관심과제로 되었다.

표 1 하계 및 동계 최대부하와 부하율

	하 계		동 계		년 간 부하율
	최대전력 년중기율	최대전력 년중기율	최대전력 년중기율	부하율	
1972	1,773	9.1	2,097	18.0	64.3
1975	3,102	22.6	3,351	14.7	67.6
1980	5,368	3.9	5,457	1.9	77.7
1981	6,144	14.5	5,875	7.7	74.7
1985	9,349	6.1	8,392	7.4	70.8
1990	17,252	14.6	16,064	14.2	71.2
1991	19,124	10.9	18,036	12.3	70.8
1992	20,438	6.9	19,407	7.6	72.9
1993	21,703	6.2	22,112	13.9	74.6
1994	26,696	23.0	24,669	11.6	70.6

표2-1에서 보면 우리나라 72년 년간 부하율은 64.3%였으나 최대수요가 여름철로 바꾸어진 81년을 전후하여 가장 큰 부하율(80년 77.7%, 81년 74.7%)을 보이다가 이후에는 여름철에 냉방 수요증가로 점차 감소경향을 보여 1991년에는 70.8%까지 저하되었다. 그러나 1992년과 1993년에는 특별한 냉하현상으로 인하여 최대수요가 감소하였으므로 부하율은 다시 72.9% 및 74.6%까지 상승되었다. 그림2-1은 전력설비, 최대수요 예비율 추이를 년도별로 비교한 것이고 그림2-2는 월별 최대전력 변동추이를 나타낸 것이다.

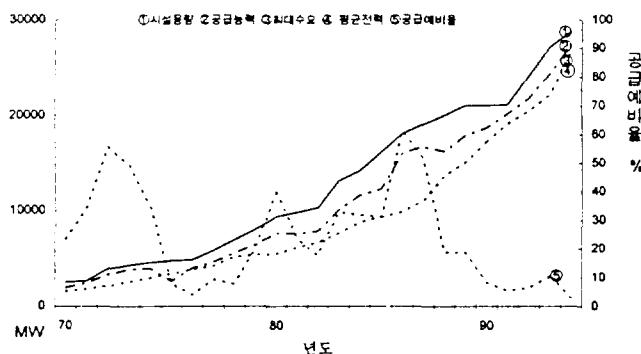


그림 1 전력설비·최대수요 예비율 추이

3. 수요 관리방안

3.1 필요성

최근 전력수요의 성장은 10%를 상회하고 있다. 이를 공급하기 위한 전원설비의 개발과 송배전 설비의 확충은 막대한 투자비가 소요될 뿐만 아니라 전원설비의 건설부지의 매입이나 송·변·배전설비의 종설을 위한 용지확보난은 날로 심화되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 첨두부하율

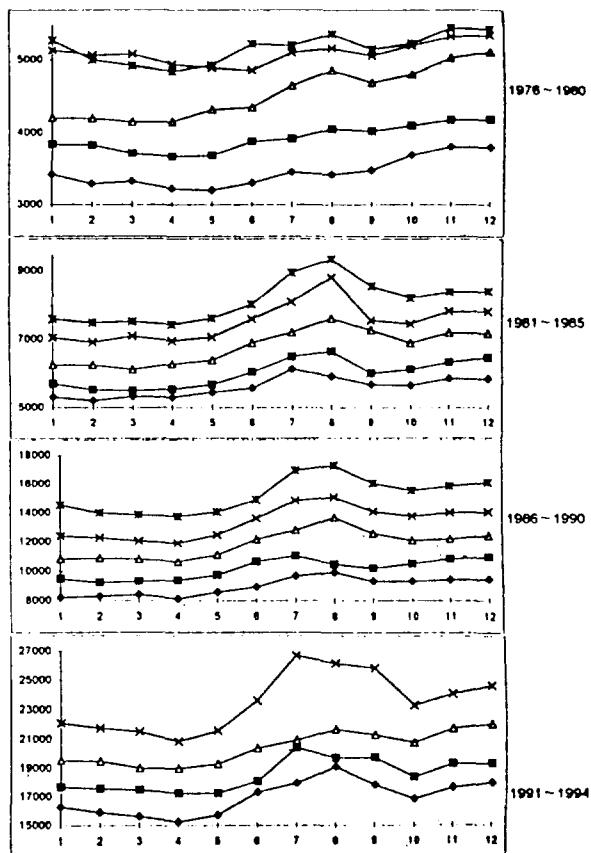


그림 2 월별 최대전력 변동추이

제 방안과 부하의 평준화는 전력사회가 안고 있는 공통된 과제이다. 첨두부하역제의 필요성으로는 다음 두가지를 들 수 있다.

3.1.1 수요관리(D.S.M.) 제어에 의한 투자비 절감

수요관리 제어로서는 주간부하 억제와 심야부하 창출이 있다. 최근 우리나라의 주간부하와 심야부하간의 수요격차는 900MW의 차이를 보이고 있다. 외국에 있어서는 더욱 격차가 크게 나타나고 있으므로 축열 시스템에 의한 부하평준화는 에너지 생산비용의 절감효과와 퍼크억제로 인한 전원설비의 투자비 절감효과가 있으므로 전력회사마다 장려되고 있는 제도이다.

3.1.2 공급력 저하시 수급조정

공급력의 저하로는 발전설비의 예비력 저하로 인한 경우와 송전선 및 변전설비의 과부하시 발생하는 경우가 있다. 94년도 최대부하 발생일의 전국 발전설비 공급능력은 27,443 MW였는데 비하여 최대수요는 26,696MW에 달하여 공급예비율이 2.8%밖에 되지 않았다. 그래도 발전설비 공급능력은 전국적인 수급상의 위기를 아슬아슬하게 넘겼으나 이에 못지않게 도심지구를 공급하는 주요 변전소와 154kV 송전선에도 과부하 현상이 일어나 여름 첨두시간에 지역적인 수급상에도 문제점이 발생한 바 있다. 더욱 문제가 되고 있는 것은 도심 지구에 변

설비의 증설이나 송전선 진입은 인근 주민과의 협의 과정이 우려한 실정에 있으므로 건설 자금만으로 해결할 수 없 경우에 따라서 상당한 지역협력비와 시간과 노력이 필요한 성에 놓여 있다.

이러한 현실에 비추어 앞으로 송변전 설비에 대한 용지확보와 설비의 수송문제는 더욱 심각한 문제로 대두될 것이므로

지역에 따라서는 하절기의 첨두부하시에 과부하로 인한 형변압기의 사고나 송배전용 케이블이 손상되었을 때 도심구의 대혼란이 야기될 것이므로 부하관리의 필요성이 절실히 요구된다. 이러한 지역에 대하여 하절기에 에어컨에 대한 두부하 조절은 정체적인 수요 조절과 함께 지역적인 설비 전용 위해서도 필요하다. 94년 하절기에 서울지역 345kV 전력소의 부하분포를 보면 다음 표3-1과 같다.

또 한편 94년 하절기에 서울지구 154kV 송전선의 부하분포는 다음 표3-2와 같다.

표 3-1 94년 하절기 서울지구 345kV 전력소의 부하분포

전력소명	용량	부하상태	부하부담율
서서울 전력소	500MVA×4	1720MW	92%
동서울 전력소	500MVA×4	1060MW	
영서 전력소	500MVA×4	1100MW	
의정부 전력소	500MVA×4	1020MW	
양주 전력소	500MVA×2	460MW	
신인천 전력소	500MVA×2	750MW	

표 3-2 94년 하절기 서울지구 154kV 송전선의 부하분포

전력소명	용량	부하상태	부하부담율
서수원 T/L	187MW×2	321MW	86%
송파-잠실T/L	133MW×4	543MW	102%

3.2 미국의 수요관리 현황

3.2.1 D.S.M.의 배경

미국은 1960년대까지 순조로운 전력사업의 확장이 이루어졌으나 70년대에 이르러 오일쇼크, 국내 재정적인 인플레이션(월남전), 환경보호운동의 고조 및 원자력 발전의 안전 규제강화로 발전 코스트의 상승과 함께 건설의 리드타임의 장기화로 전력사업은 자본 투자정책의 변경이 불가피하게 되었다.

한편 전력판매량의 증가는 70년에서 80년에 이르러 평균 2.5%에 반하여 최대전력은 3% 증가로 부하율의 악화 경향이 나타나게 되었다.

또한 80년대에 이르러서는 전술한 부하율의 악화에 건설비 상승, 환경보호운동 및 원전 규제강화로 신규 원전개발이 어려워짐에 따라 D.S.M. 프로그램의 수법이 해결책의 하나로서 급부상하게 되었다. 그리하여 1984년에 EEI는 「전미국 마케팅 전략」이라는 이름으로 D.S.M. 프로그램의 보급에 힘을 기울이게 되었다.

1970년 중반기부터 미국에서는 D.S.M. 프로그램이 채용되었으나 전 미국 각지에서 보급에 급격한 진전을 보인 것은 1980년 후반에 들어서면서이다. 1991년 EPRI 보고에 따르면 주택용 프로그램만으로 미국에서 1,022건이 확인되었고 이미 실험단계를 벗어나 전기사업의 주요한 사업전개의 하나로 정착되어 가고 있었다.

NERC의 추정에 따르면 D.S.M.의 프로그램에 의하여 1992년에 이미 18,400MW의 피크 억제가 실현되었고 1992년에 563,000MW에서 2001년에는 661,500MW로 증가(년평균 1.8%의 증가율)할 것이라고 보고 있다. 이 중에서 하계 최대전력중에서 D.S.M. 프로그램에 의하여 6,300MW가 삭감될 것이라고 예상된다.

3.2.2 D.S.M.(Demand Side Management) 수법

D.S.M.이란 전기사업을 경영하는 동안에 수용자를 바람직한 전기의 사용형태로 유도하는 것을 말하며 D.S.M. 프로그램은 이것을 실현하기 위하여 계획, 실시, 평가라는 일련의 프로세스를 실시하는 업무이다. 이 D.S.M.의 정의는 종래에는 전기사업에서 수요의 부하관리(특히 피크컷트)를 의미하는 것이었으나 최근에는 약간 그 의미가 달라졌다. 새로운 사고방식이란 부하관리라는 사고에서 한결음 나아가 쾌적과 편리성이 있는 전기의 가치의 최대화를 실현하기 위하여 수용자를 유도한다는 것이다. 즉 전기를 사용하는데 보내야 할 장소에 보다 많은 전기를 공급할 수 있도록 전력의 낭비를 억제하는 것이다.

전력의 가치를 최대화하려면 한정된 전력공급이라는 파이를 가지고 어떻게 배분할 것인가 하는 것이 문제이다. 지금까지는 전력공급 확대라는 수단을 써서 즉 무조건 파이를 크게 만들어서 해결해왔던 방법을 수요측 관리(D.S.M.) 면에서 검토해야 한다는 것이다.

표 3-3 DSM의 대표적 분류

DSM 수법	방법	내용
피크 삭감	직접부하제어 시간대별 요금 부하차단 요금	피크 수요의 삭감
경부하시 수요창출	축열 계절별 요금 시간대별 요금 오프 피크 요금	이간동 오프 피크시 수요 증가
부하 이행	축열 시간대별 요금 전기기기 제어	피크 수요를 오프 피크에 이행
전략적 에너지 절약	에너지 이용 진단 저이자 차관 융자 에너지 절약 요금 열병합 발전	전력수요를 전체적으로 삭감
전략적 수요 개발	히트 펌프 2중 연료 허팅	전력수요를 전체적으로 증가
신축적 부하형태 조정	프라이어리티 서비스	고객에게 부하형태 선택
	스	

D.S.M.에는 어떠한 방법이 있는가 개념적으로 살펴보면 통상 D.S.M.의 수법으로서 열거할 수 있는 것으로서는 바

람직한 부하형태로 변화시키는 것이며 어떻게 부하를 변화시킬 것인가 하는 목적에 따라 표3-3과 같은 분류를 할 수 있게 된다.

위에서 특정한 D.S.M 프로그램을 한가지 수법으로 열거한다는 것은 무리가 있으므로 D.S.M 프로그램을 수법으로 분류하지 않고 먼저 D.S.M으로서 이용될 수 있는 「기술」을 분류하고 그 기술을 가지고 개별 프로그램에 채용한다는 것이다. 예를 들면 냉난방같은 용도별 수요에 연결시켜서 구체성있는 프로그램을 수행하기 위한 기술적 측면을 정리해 보는 것이다.

3.2.3 미국의 직접부하제어 현황

미국의 30개 중요전력회사를 조사한 COBA 보고서(1993~1994)에 의한 직접부하제어 현황은 표3-4와 같다.

표 3-4 직접부하제어 현황(미국)

전력회사	제어점수
Florida Power Corp.	1,669,000
Duke Power	368,333
Detroit Edison	287,000
Houston Lighting and Power	226,000
Baltimore Gas and Electric	185,574

또한 직접부하제어 시스템으로 제어한 총부하제어량을 산출하면 전력회사별 순위와 제어숫자는 표3-5와 같다.

표 3-5 전력회사별 순위 및 제어숫자

전력회사	총제어부하량 (MW)
Florida Power Corp.	820
Duke Power	586
SCE(Southern California Edison)	529

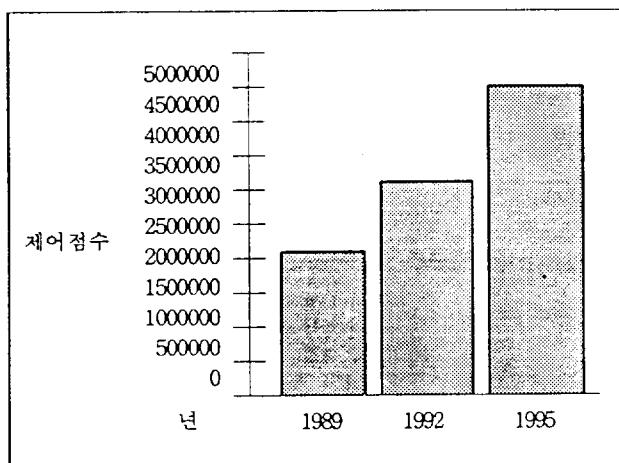


그림 3-1 미국의 주택용 직접부하제어 숫자
(1989 ~ 1992 실례, 1995 추산)

조사에 응한 27개의 미국전력회사에 대한 직접부하제어량은 약 4,758MW의 퍼크억제를 하고 있다.

다음은 주택용 수용가의 직접부하제어 시스템 설치대수를 나타냈다. 1989년부터 1992년까지 설치된 부하제어 스위치수의 증가율은 높은 편이며 1995년도까지의 예상증가율도 역시 높게 나타난다[그림3-1].

3.2.4 직접부하제어 예산

미국 전력회사들의 직접부하제어를 위한 지출의 범위는 다양하다.

1993년 Florida Power Corp.는 약 6,300만달러, Duke Power는 약 4,000만달러를 지출했다. 다음 표3-6은 전력회사별 부하제어를 위해 사용한 예산이다.

표 3-6 전력회사별 부하제어 예산

전력회사	1993 예산	예산/제어점	예산/MW
Atlantic Electric	\$1,306,000	\$28.17	\$31,035
Arkansas P&L*	\$4,631,833	\$38.28	\$34,360
Baltimore G&E	\$3,968,015	\$21.38	\$13,874
Central Maine**	\$2,883,600	\$205.97	\$343,285
Cincinnati G&E	\$3,250,620	n/a	n/a
Detroit Edison	\$3,000,000	\$10.45	\$45,454
Duke Power	\$39,000,000	\$105.88	\$86,666
Florida Power Corp.	\$62,870,000	\$51.32	\$84,756
Houston P&L***	\$4,823,000	\$241.15	\$1,555,806
Interstate Power	\$2,376,000	\$398.06	\$409,665
Jersey Central	\$5,000,000	\$206.75	\$227,272
Midwest Power	\$2,234,000	\$319.14	\$124,111
Nevada Power	\$3,223,000	\$58.64	\$35,922
Northern States	\$6,875,600	\$193.55	\$50,186
Sacramento Municipal	\$2,500,000	\$28.34	\$24,509
Virginia Power	\$10,621,812	\$45.78	\$177,030
Wisconsin Electric Power	\$7,457,400	\$73.83	n/a

* 보상 예산만인 경우

** 배전 자동화를 위한 주 컴퓨터 투자 포함

*** 새로운 프로그램

4. 부하제어기술

4.1 부하제어를 위한 시스템 구성

전력회사에서 고객의 부하를 제어하고 관리하는데는 중앙원방제어와 분산제어 및 고객제어의 세가지 형태로 나누어진다.

여기서는 이 중 한국전력공사에서 시행하고자 하는 중앙원방제어 형태에 대하여 기술한다. 중앙원방제어 형태의 부하제어 시스템은 보통 그림4-1과 같이 중앙제어소(본사)나 지역제어소(지사) 및 현장의 원격소 장치들과 이것들을 연결시켜 주는 통신장치로 구성된다.

4.2 시스템 개요

부하제어 시스템의 각종 제어명령들은 통신시스템의 신

전력수요관리를 위한 원격부하제어시스템 개발

송신기를 통하여 현장의 신호수신기와 제어용 스위치를 동시에 전력회사에서 필요한 만큼의 부하를 제어한다. 그림 4-2는 이러한 과정을 표시한 내용이다.

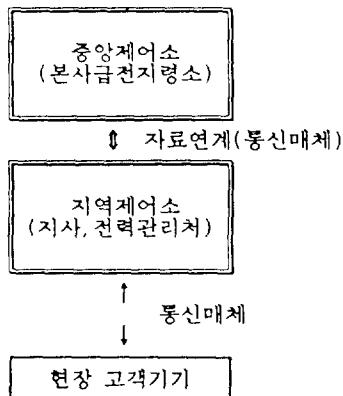


그림 4-1 부하제어시스템의 전형적 구성도

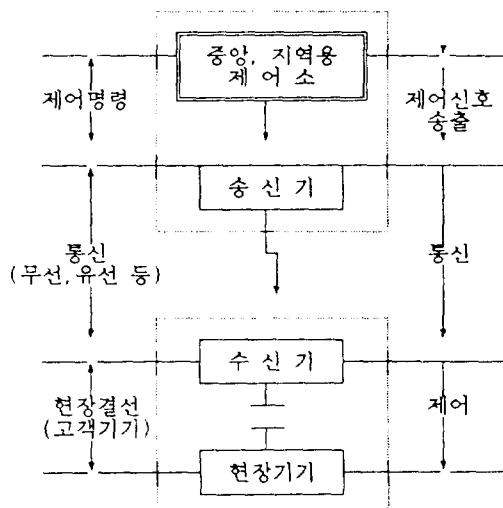


그림 4-2 부하제어시스템의 운용도

4.3 통신선택

4.3.1 통신방식 비교

COBA-MID 보고서에서 배전자동화와 직접부하제어 및 자동검침에 주로 사용하는 통신방식을 비교한 것은 표4-1과 같다.

EPRI에서 부하제어 통신기술을 비교한 것은 표4-2와 같다.

5. 원격부하제어시스템 개발

5.1 시스템 구성

비교적 적은 비용으로 짧은기간에 개발할 수 있는 무선

표 4-1 통신방식별 비교

통신방식	장점	단점	부하제어시스템 제조사
FM/VHF 무선	<ul style="list-style-type: none"> 저온 방수 인장력 저항 인장력 저항 기존 전파망 이용 	<ul style="list-style-type: none"> 제한된 기능 기기 초기 투입 15분마다 제어수신 여전히 회사에서 사용하는 혼란 장시간 확인 곤란 기능 확장에 제약 	<ul style="list-style-type: none"> Scientific Atlanta RELM Fisher Pierce ABB QEI Demcor
FM SCA 무선	<ul style="list-style-type: none"> 저온 방수 인장력 저항 기존 전파망 이용 	FM 방송국 주파수 반 사용 가능	ABB
셀룰러(Cellular) 무선	<ul style="list-style-type: none"> 인장력 저항 높은 저항 제전자 자동화 기스 배관 자동화 설치 간 험역 원격 차로 위치 	<ul style="list-style-type: none"> 비용 통신 범위 좁음 	<ul style="list-style-type: none"> Domestic Automation Co. Ims
전력선 방송 (Powerline Carrier/ Mastphone)	<ul style="list-style-type: none"> 다기능 기존망 이용 제전자 저항 저항 설치 간 험역 손쉬운 기기 할당 	<ul style="list-style-type: none"> 높은 비용 유전보수 비용 증가 하나의 공급자 제전자 유전보수 기능 부상 필요 낮은 전송 속도 	<ul style="list-style-type: none"> ABB DCSI QEI
리플(Ripple)	<ul style="list-style-type: none"> 낮은 주파수 고장되었을 때 오래된 적용 기술 	<ul style="list-style-type: none"> 단방향 통신 기존 기술 부상의 어려움 	Ericsson/GA Mobile Communications
TRS(Trunking Radio Systems)	<ul style="list-style-type: none"> 부하 관리 배전자 동화 및 주정기능 C-Bus 프로토콜을 사용한 개방형 구조 장거리한 검침 기술 모듈화 	<ul style="list-style-type: none"> 비용 직접 체인 동부부하제어 관리 	Local Telephone Co.
임대전화선 (Leased Telephone Lines)	<ul style="list-style-type: none"> 높은 투자비용 설치 공사 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 높은 운영비 작은 주송기 적용 관리 전화 회사의 제어 관리 	<ul style="list-style-type: none"> Scientific Atlanta ICS
전화선(Dial-up Telephone Lines)	<ul style="list-style-type: none"> 투자비용 무 기존 시설 부하 관리 시스템 감시 가능 장전 및 보관 보고 	<ul style="list-style-type: none"> 설치 간 불가 설치 시설 연결 관리 	Metricom
페킷 무선 (Packet Radio)	<ul style="list-style-type: none"> 무선 무선랜드 운용 검침, 부하제어, 배전자 동화 기능 	<ul style="list-style-type: none"> 비용 주파수 사용 초과 제어 불가 	First Pacific Networks
광/동축 (Fiber/Coaxial)	고전송율	직접 체인	

그림 4-2 부하제어 통신기술 비교

기술	무선	리플	전력선 방송	파열변조	전화	위성	케이블
주파수	VHF/UHF /AM	150~10kHz	5~10kHz	60Hz	300~3,000Hz	4~6dB	100~300kb
수신기단가	\$50~70	\$75~130	\$80~85	\$75 이상	\$1,00~450	\$2,500	\$100~300
송신기단가	\$13k~25k	\$5k~300k	\$8k~18k	\$2.2 이상	불필요	\$13k	\$5k
송신소	미50마일	지정한 시스템점	변전소	각변전소	전화국	지정한 위치	기존케이블 시스템
양방향 추가 비용	시험중	불가능	\$200~400	포함	포함	\$3,000	CATV 포함 CATV/PLC 하이브릿 드롭 가능
적용 시스템 수	156	106	67	14	2	1	10
적용 임수	1,700,000	150,000	200,000	35,000	150	50	5,000
공급업체 수	2~4	1~3	2~3	1	5	1~2	1~2

망을 이용한 고객측 냉난방부하의 원격부하제어시스템을 개발하고자 한다.

시스템 개념도는 그림 5-1과 같다.

5.2 원격부하제어 지령시스템

5.2.1 지령시스템은 중앙처리부, CRT부, 프린터부 및 신호 변환부로 구성한다.

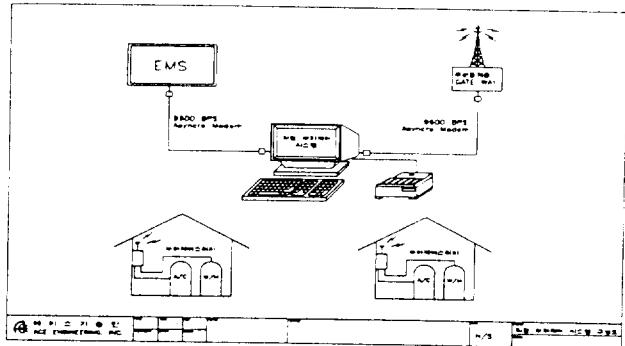


그림 5-1 원격부하제어시스템 개념도

5.2.2 중앙처리부의 전원공급부는 정전에 대비하여 최대 4시간 이상 전부하 가동에 지장이 없도록 설계제작 한다.

- (1) 전원 : AC 110/220V, 55~65Hz
- (2) 공급용량 : 전부하 전력의 2배 이상
- (3) 순시내력 : 2kV 펄스에 $10\mu\text{sec}$
- (4) 전원부 발열에 의한 온도상승으로 전원부장치 및 주변카드의 부품에 변색 소순이 없어야 하고 성능 변화가 없어야 한다.

5.2.3 원격부하제어 지령시스템은 운용자가 간편하고 용이하게 처리할 수 있는 다음의 기능을 구비하여야 한다.

- (1) 개별제어, 그룹 제어 및 일괄 제어신호 송출기능
- (2) 송신정보 구성은 식별정보(Address) 및 제어정보로 구성하고 그 구성 bit수는 목적수행에 지장이 없는 범위에서 최소 8bits수로 구성
 - o 식별정보(Address) : 8자리 이내 숫자로 구성
 - o 제어정보 : 전원차단, 전원투입 정보로 구성
- (3) 매 제어시마다 동일 제어신호를 3회 자동연속 반복 송출기능
- (4) 제어정보 송신기능은 자동, 수동 제어기능을 구비
 - o 수동제어 기능 : 개별, 그룹별 및 일괄 제어기능을 수행하기 위해 부하차단 또는 부하투입 신호를 필요시마다 키보드나 마우스를 조작 송출하는 기능
 - o 자동제어 기능 : EMS로 부터 수신되는 정보에 따라 개별, 그룹별 및 일괄 제어기능을 사전 설정된 주기에 따라 자동적으로 연속 반복적으로 제어 신호를 송출하는 기능
- (5) 제어신호 간격, 즉 ON에서 OFF로, OFF에서 ON으로 제어 신호 간격을 가변 설정할 수 있는 기능
- (6) 무선호출시스템과의 외부 인터페이스 기능
 - o 토뎀을 이용한 비동기 접속 (1200~9600bps)
- (7) 정보제어신호를 KTA 전용선을 이용하여 이동통신 GATE WAY 시스템으로 별첨 통신전송구조에 따라 접속될 수 있도록 한다.
- (8) 중앙처리부 특성
 - o 기종 : IBM 호환 486급이상의 성능을 가진 것
 - o 프로세서 : 80486급 이상

- o 주 기억 용량 : 16MBytes 이상
- o OS : MS-DOS V5.0 이상
- o 사용언어 : ASM, BASIC, COBOL, FORTRAN, C 등
- o 속도 : 60MHz 이상
- o 직렬/병렬 포트 : 각 2개 이상
- o 확장 슬롯 : 3개 이상
- o 키보드 : 분리형, 한국표준 배열
- o 그래픽 보드 : SVGA급 이상
- o 내장시계 : 배터리 백업된 리얼타임 클럭 (realtime clock)을 구비할 것
- o 경보기 : 전력수급상황이 긴급상태 또는 경계상태 일 때 경보음을 낼 수 있는 스피커 부착
- o 보조기억장치
 - 하드디스크 유니트
 - 용량 : 540MByte(Formatted) 이상
 - 평균 처리 시간 : 15msec 이내
 - 전송속도 : 10Mbps/sec 이상
 - 유니트수 : 1대 이상
 - 플로피 디스크 유니트
 - 크기 : 3.5 인치
 - 기록방법 : 양면 배밀도
 - 용량 : 유니트당 1.4MBytes(Formatted) 이상
 - Unit수 : 2개 이상
- (9) 원격부하제어 지령시스템의 CRT는 상단에 항상 현재의 년월일시 분초가 표시되어야 하고 이 시스템의 제어 기능 수행시 현재의 수행기능 상황을 표시하여야 한다.
 - o 해당 제어동작 가능명 (개별, 그룹, 일괄 제어기능)
 - o 동작제어시간
 - o 제어상태 (ON, OFF)
 - o 제어부하량 합계
- (10) CRT에 표시된 내용은 자동으로 프린터에 출력되어야 한다.
- (11) 일계, 주계, 월계 레포트 기능
- (12) CRT부
 - o 크기 : 19 인치
 - o 해상도 : 1024×900 이상
 - o 표시문자수(영문기준) : 80×25 이상
 - o 표시가능 색수 : 16색 이상
 - o 색 그래픽 처리기능 보유
- (13) 프린터부
 - o 인쇄방식 : 레이저 방식
 - o 인쇄속도(영문기준) : 16ppm
 - o 해상도 : 600dpi
 - o 그래픽 처리가 가능할 것
 - o 컴퓨터와의 인터페이스 악세서리 포함
 - o 한글 모듈 내장

- (14) 시스템 오조작을 방지하기 위해 시스템 사용개시전
PASSWORD(영숫자 8자리) 체크기능 부여

5.3 원격부하제어시스템 운용 소프트웨어

원격부하제어시스템은 제어대상(냉난방 부하)설비에 대한 효율적 관리 및 통제를 가능케 하며, 냉난방 설비의 개별 또는 그룹별 원격제어를 수행하기 위하여 무선판출망과 전용회선에 의하여 접속된다.

5.3.1 소프트웨어 개발환경

(1) 사용자 인터페이스

당 소프트웨어는 사용자가 쉽게 사용가능하도록 원도우상에서 GUI(Graphic User Interface) 기능을 최대한 부여하여 개발한다.

(2) 확장성 부여

시험대상 150 가입자를 기본으로 하되, 소프트웨어의 수정없이 500 가입자까지 수용가능하도록 개발한다.

(3) 사용언어

MS Visual BASIC으로 개발하되, 향후 Unix 프로그램으로 재개발할 가능성에 대비하여, 프로그램을 모듈화하여 개발한다.

(4) 품질보장

“운용 화면 사양”에 기초하여 개발하되 개발시 혹은 개발 종료 후에도 시험 운용상 프로그램 변경이 요구될 경우 이를 적극 수용하여 프로그램을 보완하여야 한다.

5.3.2 시스템 기능

(1) 운전모드

원격부하제어는 냉방설비 가동기간에 해당되는 6월~9월까지 제어목적에 따라 다음과 같이 구분한다.

o 최대부하 억제상태

최대부하 억제목표치 초과시 냉방부하제어

o 긴급상태

계통사고등에 의하여 계통주파수가 부하제한용 저주파 수계전기 동작치 이하로 저하되었을 때 냉방부하제어

o 경계상태

운전예비력이 부족한 상태에서 운전예비력 확보를 위해 냉방부하제어 (최대 단위기용량의 계통부하에 대한 비율 약 4% [1,000/26,000])

o 경제상태

발전연료단가가 판매전력단가보다 높을 때 냉방부하제어

(2) 주요기능

- o 운용자에 의하여 제어주기, 제어대상(PAGER_ID = 냉난방 설비)을 선택할 수 있는 환경설정 기능
 - 원도우상에서 커서 제어기(또는 MOUSE)에 의하여 기능 수행

- 제어그룹의 등록
- 그룹제어를 위한 부하설비(RF 수신모듈)에 대하여 그룹배정
 - o 제어대상 설비에 대하여 개별, 그룹별 선택제어
 - 개별 : RF 수신모듈(부하)의 개개 선택
 - 그룹 : 냉·난방 설비의 그룹별 제어
 - 일괄 : 냉·난방 설비의 일괄동시제어
 - o 텍스트 화일 또는 원도우 상에서 부하설비에 대한 이력사항(설치위치, PAGER_ID)의 등록 및 수정 가능
 - o 지정된 RF 수신모듈에 대한 제어 메세지 송출
 - 외부에 의한 오동작 방지를 위하여 이동통신 지정 FORMAT 사용
 - o 데이터 베이스상에서 운용자에 의하여 제어용 냉·난방설비 (RF 수신모듈)의 통제 및 분석기능(ANALYSIS)

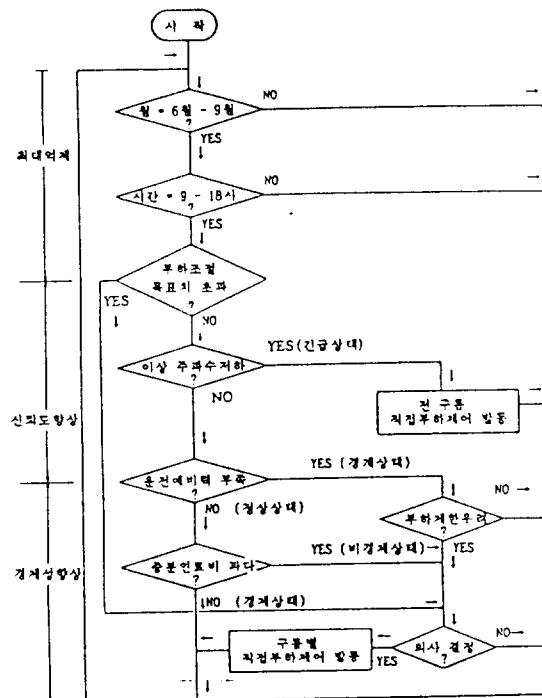
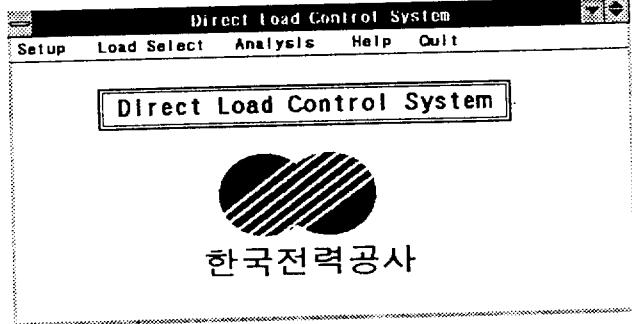


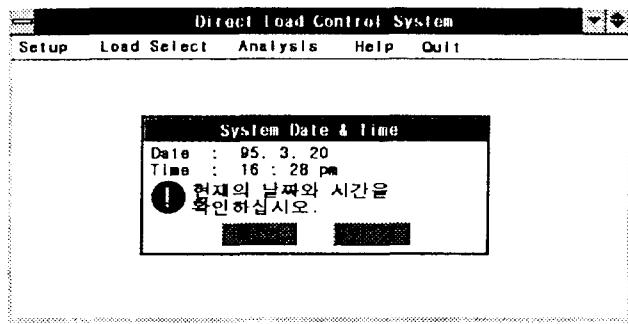
그림 5-2 원격부하제어 지령시스템의 프로차트

5.3.3 운용 화면 사양

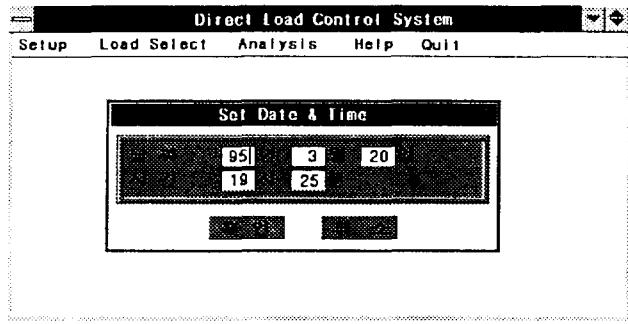
(1) 초기화면



(2) 현재의 시스템 날짜와 시간 확인 및 변경 화면

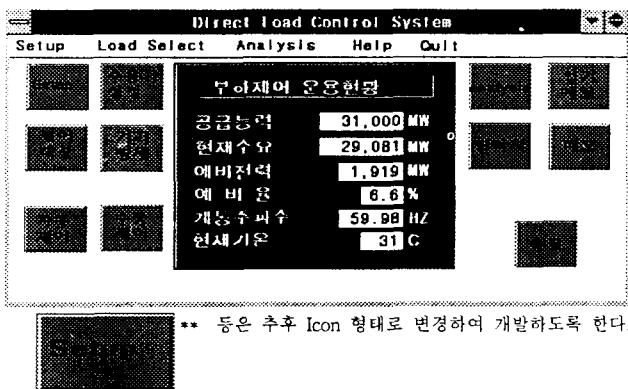


(3) 시스템 날짜 및 시간 설정 화면



*** 설정되어 있는 시스템의 날짜 및 시간을 재설정한다.

(4) 진행 및 선택화면



5.4 EMS와의 자료연계(Datalink) 서브시스템

5.4.1 시스템 구성

기존 중앙급전소의 EMS에서 지역제어소(RCC)로 송신되고 있는 자료를 송신 modem 뒤단에서 텁핑(Tapping)하여 EIS(Executive Information Systems)로 전송되도록 한 자료를 별별로 원격부하제어 지령시스템에서 수신할 수 있도록 구성한다. 시스템의 구성은 그림 5-2와 같다.

5.4.2 이뮤레이션 소프트웨어

EMS의 통신규약(PROTOCOL)인 X.25 HDLC에 맞추어 자료를 수신한 후, 그 수치를 EMS 소프트웨어 제작사인 일본 도시바의 프로팅 포인트 연산방식에 따라 변환하여

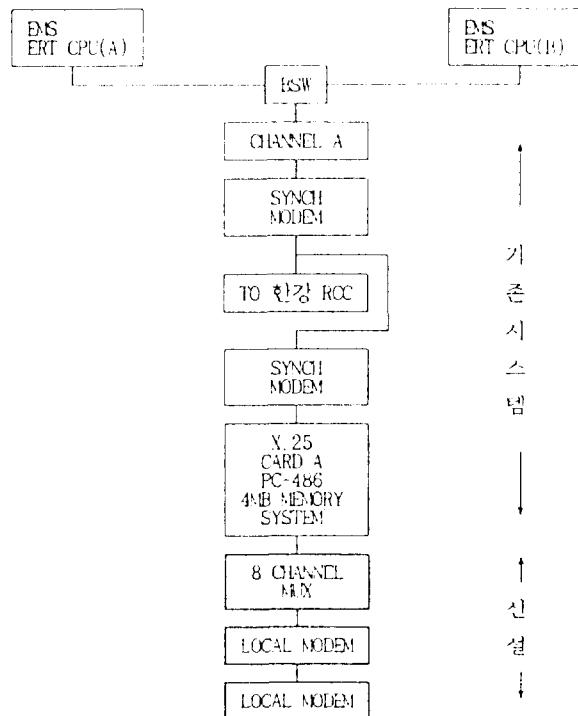


그림 5-3 EMS와 DATA TAPPING 구성도

일반적인 숫자로 인지한다.

5.4.3 통신 포트 확장

현재의 텁핑 시스템인 PC-486은 통신 포트(현재 2개 : 모두 사용중)에 여유가 없으므로 인텔리전트 멀티플렉서 보드(Intelligent Multiplexer Board)를 장착하여 통신 포트를 8개로 늘린다.

5.4.4 자료 송신

EMS에서 수신된 자료를 10초마다 원격부하 제어시스템에 Modem을 통하여 송신한다.

5.5 무선중계용 게이트웨이 서브시스템

5.5.1 시스템 구성

이동통신망을 이용한 원격부하제어를 실시간으로 처리하기 위하여 원격부하제어 시스템으로부터 제어 신호를 전용선(9600bps)에 실어 이동 통신망 컴퓨터에 접속시켜 부하제어를 할 수 있도록 하기 위해 게이트웨이 서브시스템(Gateway Subsystem)을 구성한다.

5.5.2 주요기능

- (1) 안정성 확보를 위하여 무선호출 교환기와 이중 포트
(주. 예비)구성 및 통신회선 자동 감시기능
 - o 비동기 접속(9600BPS, 1 STOP, NO PARITY)
- (2) 제어명령의 무선호출 통신포맷으로의 변환 및 전송

- o TNPP(TELOCATOR NETWORK PAGING PROTOCOL) 사용
- (3) 무선후출 교환기의 트래픽을 고려한 제어명령의 분산 처리
- (4) 제어명령의 수행에 대한 트래픽의 통제관리
 - o 개별, 그룹, 공동제어에 대한 일/주/월별 트래픽 관리
- (5) 개별, 그룹, 공동제어 번호의 무선후출 교환기 등록 및 관리
 - o 각 제어번호의 변경에 따른 이력관리

5.6 부하제어 수신기

5.6.1 장치명 : 부하제어 수신기

5.6.2 장치의 개요

본 장치는 이동통신의 무선망을 이용하여 원거리에 위치한 다수의 냉난방 설비를 개별제어, 그룹 및 일괄제어를 할 수 있도록 구성되었다.

5.6.3 동작원리 및 구동방법

- (1) 부하제어 수신기는 안테나부, RF(Receiver)와 DECODER로 구성되어 무선원격제어장치로 부터 송신되는 부하제어 신호를 수신, 검출하여 릴레이를 구동시켜야 한다.
- (2) 부하제어 수신기의 릴레이는 전원 콘트롤부에 취부하여 해당 부하를 제어(ON/OFF)할 수 있는 구조이어야 한다.
- (3) 부하제어 수신기의 릴레이 전면에는 동작상태 표시 램프가 부착되어 동작 상황을 육안으로 확인할 수 있어야 하며, 외부 안테나 연결단자 및 외부 기록장치에 동작상태 신호를 인가할 수 있도록 구비되어야 한다.
- (4) 부하제어 수신기 크기는 65(H)×170(W)×80(D)mm 이하로 한다.
- (5) 부하제어 수신기는 식별 Address 8자리 숫자 이하로 송출되는 개별제어, 그룹제어, 일괄 제어신호를 수신 할 수 있는 기능을 가져야 한다.
- (6) 부하제어 수신기는 부하차단(OFF) 신호수신 후 자동 복구 또는 수동 복구되는 기능을 가져야 한다.
(0~60분까지 조절가능)
- (7) 부하제어 수신기에는 외부 ANT와 연결할 수 있는 단자를 구비하여야 한다.
- (8) 외함은 금형으로 처리되어야 하며 방수, 방진 및 외관상 미려해야 하고 보수하기 편리해야 하며, 쉽게 봉인할 수 있어야 한다.
- (9) 전기적 특성
 - o RF 유니트
 - POCSAG 포맷으로 송출된 무선후출 신호의 수신 및 복조

- POCSAG 1200BPS (NUMERIC)
- 안테나, RF 증폭기, 대역통과필터, 로컬발진기, 믹서, 전자식 타이머, IF 필터 및 복조기 등으로 구성
- 디코더 (제어부)
- μ -프로세서에 의한 RF 수신모듈의 전반적 인 제어
- RF UNIT에서 복조된 제어명령의 분석 및 냉·난방설비 제어
- 냉난방 설비 제어명령 형식(format)
 - 외부의 신호에 의한 오동작 방지를 위하여 암호화된 제어명령 사용
 - 제어명령 형식
 - └ 설비 ON : [1]
 - └ 설비 OFF : [0]
- 수신데이터의 패리티 검사(parity check) 기능에 의한 오류 데이터의 복원기능
- 냉난방 설비에 대한 제어 수행 후(전원 OFF) 자체 타이머에 의한 복원기능
- 3개의 CAP_CODE에 의한 메세지 수신 및 동작
 - CAP_CODE #1 : RF 수신모듈에 의한 개별 ID
 - CAP_CODE #2 : RF 수신모듈의 동시제어를 위한 ID
 - CAP_CODE #3 : RF 수신모듈의 그룹제어를 위한 ID로서 CAP_CODE #1을 통한 메세지를 통하여 번호부여 메세지 FORMAT : [3*NN NNNNN]주) 상기에 정의된 3개의 CAP_CODE 는 RF 수신모듈의 외부 키조작에 의하여 등록 및 수정이 가능하여야 함.

o 계전기(Relay)부

- 고신뢰도 계전기 사용
- 릴레이부 입출력 표시기능 보유
- 외부 기록감시장치 연결 접점 : 1개조 이상
- 부하 ON/OFF 제어 접점 : 2개조
- 납품자는 설치현장의 설비를 정밀히 조사하여 그에 알맞는 계전기를 사용하고 그 규격서를 주관부서에 제출하여야 한다.

5.6.4 전기적 특성

수신기의 전기적 특성은 표 5-1과 같다.

5.6.5 장치의 구성

장치의 구성은 표 5-2와 같다.

6. 결 론

배전자동화와 직접부하제어 및 자동검침 등을 위한 컴퓨터 통신기술은 개방분산형 시스템으로 발전되고 있으며, 통신방식으로 그 동안 세계적 사용실적은

표 5-1 전기적 특성

형 목	규 格
입 력	AC 110/220V
출 력	제 전기 출력 (Relay 접점용량 : AC 250V 3A)
무선 주파수	322.000 ~ 328.600MHz 대역 중 지정주파수
호출 감도	5uV/m, 최상 조건
의사 거절	55dB
선택성	65dB이상
주파수 안정도	±100ppm
디지털 변조 시스템	Carrier Frequency Shift Keying
변차	+4.5dB (25dB 채널폭) - 2진수 0 -4.5dB (25dB 채널폭) - 2진수 1
코드 포맷	POCSAG
속도	1200bps
입력 전압	DC 3V
전력 소모	Max 6mA(receiving), Max 0.35mA(idle)

표 5-2 장치의 구성

No	Unit명	기 要
1	Power Unit	1) AC/DC 변환기 · 입력 : AC 110/220V · 출력 : DC 5V 2) Voltage Regulator DC 3V - Pager 회로 구동 3) Back-up Battery 외부전원 차단시 최대 1주일 정도 Back-up 가능 중요 정보는 비회발성 메모리 내에 저장
2	RF Unit	· Antenna, RF 증폭기, 대역통과필터, 로컬발진기, 믹서, IF 필터 및 복조기 등으로 구성 · POCSAG 포맷으로 송출된 무선호출 신호의 수신 및 복조를 한다. POCSAG 1200bps (numeric)
3	Logic Unit	· Decoder IC, Micom, EEPROM (Cap Code 저장)으로 구성 · RF Unit에서 복조된 제어명령을 분석하여 Micom에 의해 방·난방 장치 제어 1) Timer 기능 방·난방 장치에 대한 켜어수행후(Off) On신호를 받지 못할 경우 Micom의 Timer 기능을 동작 시켜 지정된 시간 후에 자체복원 2) 수신 데이터의 Parity Check 기능에 의한 오류 데이터의 보완 기능 3) 개별, 그룹제어 기능
4	Relay Unit	1) Relay · 접점 구성 : 1c · 접점부하 용량 : 3A 250V AC 2) 제어상태 표시 LED 3) 기존 방·난방기의 전원인일 판별의 on/off Magnetic Switch 구동용 접점에 접속 및 제어
5	외부 Reset Key	외부에서 수동으로 Reset시켜 Default값 (방방기기on) 으로 동작
6	입/출력 단자	1) 입력 : 3P AC Receptacle 2) 출력 : Terminal
7	외함	1) 재질 : PC (폴리카보네이트) 2) 크기 : 100 (H) × 200 (W) × 100 (D) 3) 색상 : 베이지색
8	받침대	재질 : Rubber

o 리플콘트롤(Ripple Control)

o 무선방식

o 전력선 반송방식(PLC)

의 순으로 많이 사용되었다.

앞으로의 동향은 배전자동화와 직접부하제어 및 자동검침
기능을 종합적으로 자동화하고 있다. 통신방식은 양방향통신
(Two-Way Communications)이 필요하며, 수요관리(DSM)

을 적극적으로 도입하고 있는 미국에서 거의 무선방식(RF)
을 채택하고 있다. 아울러 배전선반송방식(DLC)의 기술발
전에 힘입어 근거리통신망(LAN)으로 저압배전선을 이용하
고 광범위통신망(WAN)으로 RF를 연계하는 PLC와 RF 혼
합시스템의 적용이 크게 증가될 전망이다.

고도 정보화 시대를 맞이하여 공중통신망을 종합정보 통
신망(ISDN)으로 구성하고 있고, 이동체통신과 CATV 등의
보급확대가 이루어지며, 전력설비 원방감시제어(SCADA)분
야가 질적으로 향상되고 양적으로 크게 증대되는 등 관련
산업의 경제성이 크게 향상될 전망이며, DA, DLC, AMR을
위한 컴퓨터 통신기술도 비약적으로 발전해 갈 것이므로
이에 대응할 필요가 있다.

특히 여기서 강조하는 것은 하계냉방전력수요의 급증에
대하여 전기사업자의 전원공급설비와 송변배전설비의 예비
력 부족과 수용이 수변전설비 및 배선설비용량부족에 대비
하여 수요관리를 위한 원격부하제어시스템의 개발과 실용
화가 크게 요구되고 있다.

제 2 장 소 개

윤갑구(尹甲求)



1943년 5월 27일생. 1967년 2월 명지대 공대
전기공학과 졸업. 1986년 한양대 산업대학원
전기공학 및 전자계산학과 졸업(석사). 1961
년 5월-83년 9월 한국전력공사 재직(자동급
전부장 역임). 1984년 5월-85년 12월 명지대
공대 전기공학과 강사(전자계산기 및 수치해석). 1979년 8월 1
일 전기기술사(발송배전). 1976년 2월 6일 전기기사 1급. 1975
년 11월 22일 전기공사기사 1급. 1983년 7월 30일 제3급 무선
기사. 현재 에이스기술단 대표, 한국기술사회 이사, 대한전기기
사협회 이사겸 강사, 한국전기공사협회 강사, 에너지관리공단
법정교육 강사, 한국전력공사, 한국수자원공사, 한국전기안전공
사, 한국공항공단, 서울대, 한국과학원, 한양대, 한국에너지기술
연구소 특별연구원 및 자문위원역임.



문홍석(文洪石)

1950년 10월 20일생. 1978년 건국대 공대 전
자공학과 졸업. 1978년 한국전력 대전전력관
리처 근무. 1985년 대구전력관리처 통신과장.
현재 한국전력 기술연구원 전력연구실 선임
연구원.