

1. 개 요

1990년대로 들어서면서 여름철 최대수요전력이 급격히 증가함으로써 정부 주도하에 냉방온도의 상향 설정 등을 통한 전기 에너지의 절약 운동이 추진되고 있다. 그러나 산업 및 정보화 사회로의 발전에 따른 에너지 소비 증가뿐만 아니라 가정 소득의 증가에 따른 가정용 냉방 기기의 급격한 수요 증가에 따라서 이와 관련된 전기에너지의 소비도 매년 급격하게 높아지고 있는 추세이다. 따라서 여름철에 급격하게 증대되는 전력 수요에 탄력적으로 대처하여 적정 수준의 전력 예비율을 확보할 수 있는 보다 유용한 하계 냉방피크 부하관리수단이 절실히 요구된다.

이러한 하계냉방 부하관리수단을 제공하는 대표적인 장치로서 최대수요전력 감시제어장치 (DEMAND CONTROLLER)를 들 수 있다. 이 장치는 사용 전력의 피크치를 실시간을 감시하여 전력 부하를 여러 전기 기기에 골고루 분산, 제어하는 기능을 담당하는데, 특히 하계 냉방 부하의 대해서 매우 유용한 수요 관리 수단을 제공한다.

국내의 디맨드 컨트롤러 보급 현황은 아직 시작 단계에 머물고 있는 현실이다. 이는 다음과 같은 이유로 인하여 수용가의 적극적인 호응을 얻지 못한 데에 기인하는 바가 크다.

- 1) 디맨드 컨트롤러에 대한 사회 전반적인 인식 부족
- 2) 국내 시판중인 디맨드 컨트롤러에 대한 품질 문제
- 3) 한전의 계량기와 디맨드 컨트롤러간의 수요 시한 불일치에 따른 목표전력 관리의 실패 사례 다발

이상과 같은 이유로 외국에서는 수요 관리의 총아로 널리 보급된 디맨드 컨트롤러가 국내에서는 각광을 받아오지 못한 실정이다. 그러나 최근 들어 해마다 여름철이 되면 되풀이되는 전력 수급 비상에 따른 국민 생활의 불편이 증대됨에 따라 전력 공급 증가에 더 이상 의존하는 과거의 형태에서 벗어나 선진국형인 수요 관리의 중요성이 점점 부각됨에 따라 최근 들어 사회 전반적으로 수요 관리와 디맨드 컨트롤러의 중요성을 인식하고 있다.

이러한 추세에 맞추어서 최근 들어 디맨드 컨트롤러 관련 기술의 발달에 따라 디맨드 컨트롤러의 보급에 장애가 되고 있던 여러 가지 기술적인 문제 - 한전 계량기와 디맨드 컨트롤러간의 수요 시한 동기 불일치 문제와 디맨드 컨트롤러 자체의 품질에 대한 의심 등 - 가 하나 둘씩 해결이 되고 있어 국내 전력 수요 관리에 있어서 청신호가 되고 있다.

2. 전기 요금

2-1. 전기 요금 체계

전기 요금 체계는 표 1-1과 같이 주택용은 누진요금제이고, 일반용과 교육용 및 산업용은 전압별 단일(계절별 차등)요금제이다. 그리고 농사용과 가로등은 단일 요금제이다.

표 1-1. 전기요금체계(1997년 7월 4일 개정)

종 별	적 용 범 위	요 금 체 계	요금 (수준)
주택용	주거용	7단계 누진요금제	96.98(144)
일반용	공공, 영업용	전압별 단일(계절별 차등)	96.36(143)
교육용	학교, 박물관용	전압별 단일(계절별 차등)	80.96(120)
산업용	광,공업용	전압별 단일(계절별 차등) * 300kWh 이상 시간대별 차등	51.57(76)
농사용	농,어업용	단일요금	39.61(59)
가로등	가로, 보안등	단일요금	58.12(86)
종 합			67.58(100)

2-2. 요금제도 특징

가) 소비 부문에 대한 에너지절약 유도

- 주택용 : 7단계 누진요금으로 저소득층 보호 및 과다소비 억제
 - 월 50kWh 까지(1단계): kWh당 58.25(종합요금의 86%로 저렴)
 - 월 500kWh 초과(7단계): kWh당 894.95원(1단계의 15.36배로 비싼 수준)
- 일반용 : 타종별보다 높은 요금 적용(종합요금의 1.4배, 산업용의 1.8배)

나) 생산 및 교육부문은 저렴한 요금으로 최대한 지원

- 산업용 : 물가안정 및 국제경쟁력 강화를 위해 저렴한 수준 유지
- 농사용 : 농어민 보호를 위해 종합요금의 57%에 불과한 저렴한 수준

다) 전력수요관리에 의한 자원이용의 합리화 도모

- 계절별 차등요금 : 최대수요가 발생하는 여름철에 비싼 요금 적용
(일반용 50%, 산업용 30% 여름철 고율)
- 시간대별 차등요금 : 수요집중 시간대(여름철 주간, 기타계절 초저녁)는 비싼 요금 적용

2-3. 개선된 전기요금(1997. 7. 4 시행)

1) 수요관리 강화를 위해 요금구조 개선

가) 계절별 차등요금 구조개선(산업용, 일반용, 교육용)

- 실제부하상황에 맞도록 계절구분 : 2계절(하계, 타계) → 3계절(여름, 봄가을, 겨울)
- 하계 고율요금 적용기간 단축 : 3개월(6-8월) → 2개월(7-8월)

나) 시간대별 차등요금 구조개선

- 5,000kW 이상에 대하여는 일반용(을), 산업용(병) 신설
- 시간대별 차등요금 적용대상을 냉방수요가 많은 업무용(일반용)까지 확대
- 여름철 최대부하시간대 단축 : 10시간(08-18시) → 5시간(10-12, 14-17시)
- 공휴일 경부하요금시간 확대 : 일요일 10시간 → 전체 공휴일 24시간
- 시간대(경부하 : 중간부하 : 최대부하)별 요금수준 차등폭 확대

구 분	현 행	개 선
여 름 철	0.5 : 1 : 1.4	0.5 : 1 : 1.5
봄, 가을철	0.7 : 1 : 1.2	0.6 : 1 : 1.3
겨 울 철	0.7 : 1 : 1.2	0.6 : 1 : 1.4

※ 전자식계기 미부설 수용 [300 - 5,000kW미만, 20, 581호] : 현행요금

다) 기본요금 비중 상향조정(총 요금중 기본요금 비중 : 19.2 → 20.6%)

- 적정 수준 도달시(19.2 → 33.2%)까지 기본요금 비중을 점진적으로 상향 조정
- 수용가 설비의 적정화 및 자율적인 수요절감 노력 강화 유도

※ 현 종별기본요금 비중(주택용:6.5%, 일반용:29.9%, 산업용:21.0%)감안 차등 조정

라) 부하율별 선택요금 도입(산업용, 일반용, 교육용의 고압수용가)

- 저 기본요금, 고 전력량요금 : 월 200시간 미만 사용자 선택시 유리
- 고 기본요금, 저 전력량요금 : 월 200시간 이상 사용자 선택시 유리

※ 기본 요금 상향 조정에 따라 전기사용시간이 적은 수용가의 요금부담이 대폭 증가하는 문제점 해소 및 선택기회 부여

[표 1-2] 전기요금표(1997. 7. 4 개정)

3. 최대수요전력과 디맨드 컨트롤러

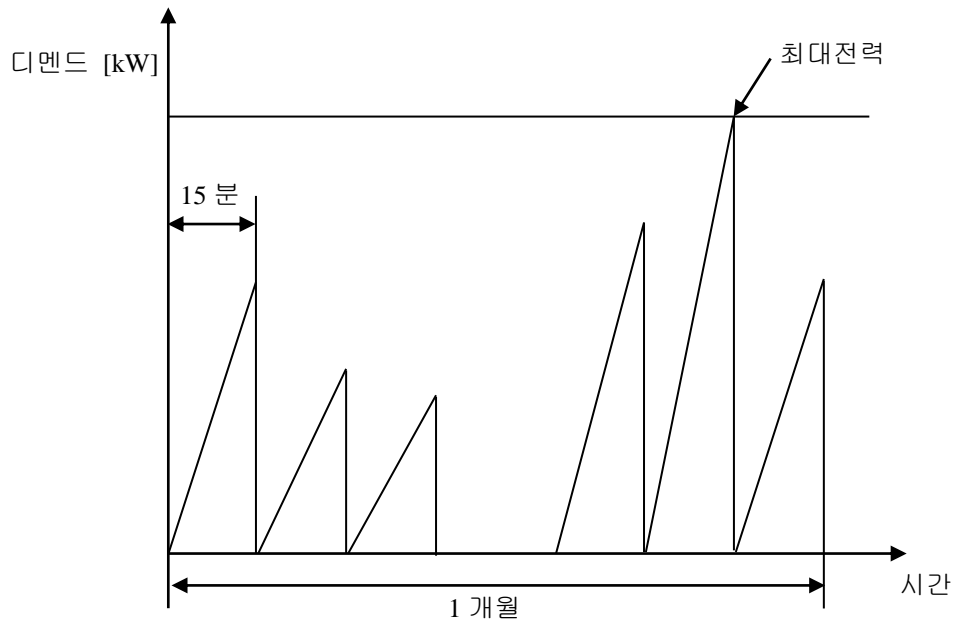
디맨드(P)란 일정시간내(수요시한 H)의 평균전력을 말하며 이것을 수요시한내의 사용전력량 W에서 구하는 방법을 취하고 있으며 다음 식으로 나타낸다.

$$P = \frac{W[kWh]}{H[h]} = \frac{W}{H}[kW]$$

일반적으로 수요시한은 15분, 30분 또는 1시간 등을 사용하는데 우리나라의 경우는 15분을 기준으로

$$P = \frac{W}{H} = 4 \times W[kW]$$

로 쓸 수 있다. 다음 그림에 나타난 바와 같이 1개월간의 최대 디맨드를 최대 수요 전력이라 한다.



전기요금 구성은 기본요금과 전력량 요금으로 구성되어 있다. 기본요금은 요금적용전력을 기준으로 하고 있는데 전기공급규정[상공자원부 개정인가 전력 57312-350(93. 12. 21)]은 다음과 같다.

제 74 조 【요금 적용전력의 결정】

- 1) 계약전력은 요금계산의 기준이 되는 요금적용 전력이 됩니다.
- 2) 최대수요 전력계를 설치한 고객에 대하여는 제1항에 불구하고 검침당월을 포함한 직전 12개월중(최대수요 전력계에 설치기간이 12개월 미만인 경우에는 그 기간중)의 최대수요전력을 요금적용전력으로 합니다. 다만, 최대수요전력이 계약전력의 30% 이하인 경우에는 계약전력의 30% 해당전력을 요금 적용전력으로 합니다.

그러므로, 최대수요전력은 1년간 기본요금의 수준을 결정하는 중요한 요소이다. 자칫하여 단 15분간의 최대수요전력치가 커지더라도 1년간 높은 전기요금을 지불하게 되고 따라서 최대수요전력을 제어할 수 있는 디맨드 컨트롤러가 절실하게 필요하다.

그러나 최대 수요전력의 관리를 위해 어느 시간대에 집중하는 부하가동을 타시간대로 옮기는 것이 설비운용상 곤란한 경우, 목표전력을 초과하지 않도록 하기 위해 일부 부하를 차단한다면 실질적인 생산량의 감소가 발생한다. 이런 경우 생산량의 감소를 방지하기 위해서는, 어느 특정시간대의 피크 발생점에서 부하수가 많이 있는 동일기기(예를 들면 공조기기) 등을 그 기기의 제품성능, 기타에 나쁜 영향을 주지 않는 범위내에서 단시간정지, 기동운전을 시켜 특정 시간대에서의 사용전력량을 감소시켜 최대전력을 제어하는 디맨드 컨트롤러를 채택함으로써 보다 효과적인 수요관리를 행할 수 있다. 구체적인 디맨드 컨트롤러 작동 시퀀스는 다음과 같다.

- 수용가의 목표 피크전력 설정
- 항시 전력부하 상태 감시(한전 거래용 최대수요전력계와 동기 필요)
- 부하가 매 15분 수요시한 내에 목표전력을 초과할 것인가를 예측하여 판단함.
- 초과로 판단시에는 부하를 순차적으로 차단함.(최대 8~16개 부하)
- 부하가 떨어져 목표전력의 여유가 생기면 다시 순차적으로 사전입력된 프로그램에 따라 부하를 투입함.

물론 디맨드 컨트롤러에 의한 프로그램 제어를 하기 위해서는 목표전력과 조정가능 부하의 조사 등 사전 준비를 철저히 하여 설치하여야만 소기의 목적을 달성할 수 있다.

이들 부하설비가 사용되는 공장이나 빌딩 등에서 소비되는 전력량이 전체부하설비에 대해 얼마만큼의 비율인가 보면, 빌딩에서는 냉방설비가 40%, 조명이 30%이고, 공장에서는 생산설비가 80%, 조명이 6%, 공조설비가 10%, 기타가 4%로 공조설비에 의한 소비량은 빌딩에 비해 극히 적다. 따라서 부하제어를 하는 경우 빌딩에서는 냉방기기가 주고, 생산공장에서는 공조설비와 단시간 부하 등 정지해도 생산공정에 경우를 미치지 않는 기기가 대상부하이나 각 빌딩, 공장의 특성에 따라 제어가능 부하수, 용량, 정지시간은 서로 다르게 세팅한다.

이렇게 디맨드 컨트롤러를 도입하여 DEMAND 제어를 행하면 일정한 상한치인 목표전력을 정하여 세밀한 부하의 조정을 자동적으로 행하기 때문에 목표전력의 범위내에서 전력을 유효하게 사용할 수 있으므로 부하율 향상과 설비의 가동률 증대를 가져오므로 생산원가 단위를 크게 저하시키는 효과에 의한 생산성 향상을 가져올 수 있다.

4. 디맨드 컨트롤러 문답

문 : 디맨드 컨트롤러를 사용하지 않고 수동으로 부하차단을 하면 안되는가?

답 : 수동으로 부하 차단을 하여 수요 관리를 하는 것도 하나의 방법이며 지금까지의 수용가에서 이 방법에 많이 의존한 것 또한 사실이다. 그러나 수요 관리를 수동 부하차단 방식으로 함에 있어서는 두 가지 문제가 수반되는데, 첫 번째 문제는 국내의 경우 수요 시한이 15분으로 비교적 짧기 때문에 피크 수요 전력 관리를 위해서 관리자가 잠시도 자리를 비울 수 없는 점이다. 두 번째 문제는 수동으로 부하 차단을 할 경우에는 목표 전력치에 근접한 정도에 따라서 경보라인을 설정하여 경보 단계에 따라서 부하를 차단하게 되는데 이럴 경우 수요 시한 종료가가 가까워지는 시점부터 집중적으로 여러 부하들을 동시에 차단하게 된다는 단점이 있다.

디맨드 컨트롤러, KDC-L8은 예측 연산에 의한 부하 제어 방식을 채택하므로 전체 부하차단이 15분 수요 시한동안 골고루 분산되므로 집중적인 부하 차단에 따른 무리를 방지할 수 있으며 이러한 전과정이 목표 전력 설정만 하면 자동적으로 이루어지므로 편리하고 정확한 수요관리가 가능하다.

문 : 왜 15분 수요 시한 동기가 중요한가?

답 : 기존의 디맨드 컨트롤러는 한전 거래용 계량기와 디맨드 컨트롤러간에 15분 수요 시한 동기가 일치하지 않음에 따라서 최대 수요가 발생한 연후에 부하 차단에 들어감으로써 수용가에서 일치하지 않음에 따라서 최대 수요가 발생한 연후에 부하 차단에 들어감으로써 수용가에서 설정한 목표 전력을 초과하는 경우가 빈번하게 발생함으로써 디맨드 컨트롤러 설치에 따른 효과가 반감되었다. 그러므로 디맨드 컨트롤러와 계량기간에 수요 시한 동기가 되어야만 정확한 수요 관리가 될 수 있다.

문 : 기존에는 어떻게 동기 문제에 대처하였는가?

답 : 기존 한전 거래용 계량기의 15분 수요 시한이 리셋될 때에 수동으로 디맨드 컨트롤러의 15분 수요 시한을 동기시키는 방식이었으나, 이는 사람이 주기적으로 수요 시한 동기를 맞추어야 하는 불편이 따르며 특히, 기계식의 경우 적어도 10일에 한번은 수동으로 동기를 일치시켜야 하며 (기계식 타이머의 시간오차가 크므로) 3종 기기의 경우는 주야 요금 변경시 수요 시한 리셋이 되므로 사람이 수동으로 동기를 맞추는 것은 거의 현실성이 없게 된다.

문 : 동기접속장치란 무엇인가?

답 : 기존에 했던 수동 동기 방식에서 벗어나 한전 거래용 계량기와 디맨드 컨트롤러와의 수요 시한 동기를 자동으로 맞추어주는 장치로서 계량기 전면의 수요 시한 리셋 신호를 첨단 영상 기술을 사용하여 판독함으로써 사람이 일일이 동기를 맞추는 불편을 없애주고 나아가서 정확한 피크 관리가 될 수 있도록 하여주는 장치이다.

문 : 동기접속장치는 어떻게 설치하는가?

답 : 동기접속장치는 CCD 카메라를 사용하여 계량기 전면 패널상에서 수요 시한 동기와 관련된 신호를 촬영하여야 하므로 한전 거래용 계량기의 전면에 위치하되 일반적으로 거래용 계량기와 기타 계기(무효전력량계등)를 포함하는 계량기 외함이 설치되어 있으므로 동기접속장치는 이 계량기 외함 전면에 설치한다. 자세한 설치도는 본 설명서상의 제14장 KDC-L8 설치방법을 참조하기 바란다.

문 : 부하제어는 어떻게 하는가?

답 : 디맨드 컨트롤러는 15분 수요 시한동안 사용 전력의 추이를 실시간으로 감시하여 수요 시한 종료시 사용 전력이 목표 전력을 초과하지 못하도록 하는 장치이므로 15분 수요 시한 종료시의 전력량을 미리 예측하여 목표전력을 초과할 것으로 예상되는 경우(그 외 몇가지 조건을 더 참조) 사전에 정해진 방식에 따라서 우선 순위 또는 순차적 제어 방식에 따라 부하를 차단하게 된다. 디맨드 컨트롤러에서 차단 가능한 부하를 사전에 그룹별로 분류하여야 하는데 우선 순위 방식의 경우는 이 그룹들을 우선 순위를 두어서 우선 순위가 낮은 부하 그룹부터 먼저 차단에 들어가게 된다. 낮은 우선 순위를 갖는 부하 그룹 차단에도 불구하고 예측 전력이 계속 목표 전력치를 초과할 경우는 다음 우선 순위에 해당되는 부하 그룹을 차단하는 식으로 진행된다. 반면, 순차 제어 방식은 모든 부하 그룹에 동등한 우선순위를 부여하되 차례대로 부하를 ON/OFF하는 방식을 의미한다.

문 : 디맨드 컨트롤러로 목표 전력 초과 경보기능만 하고 수동으로 부하 차단을 하면 안되는가?

답 : 수동으로 부하 차단을 하는 것도 물론 가능하지만 15분 소요 시간동안에 여러 부하그룹에 대해서 수십초 간격으로 ON/OFF 제어를 반복해야 되므로 일일이 수동으로 부하를 차단한다는 것은 매우 어려운 일이다.

문 : 차단 가능한 부하수는 얼마인가?

답 : 기존의 디맨드 컨트롤러는 최대 8개 정도의 부하 차단 그룹이 가능한데 반하여 디맨드 컨트롤러 KDC-L8은 최대 32개까지의 부하를 차단할 수 있다. (원격제어단말장치 사용할 때)

문 : 기존 부하 차단방식과 기인의 디맨드 컨트롤러 KDC-L8은 어떠한 차이가 있는가?

답 : 기존 디맨드 컨트롤러는 직결 방식 즉, 차단을 위한 부하 제어선을 디맨드 컨트롤러부터 부하 차단 대상까지 직접 연결하는 방식을 채택함으로써 8개의 부하 차단을 할 경우 16개의 실선이 연결되어야 한다. 이러한 방식은 차단 대상이 디맨드 컨트롤러 근처에 분포할 경우는 문제가 없으나, 디맨드 컨트롤러가 대부분 공장이나 중대형 빌딩에 주요 설치되어야 하므로 이러한 직결 방식에 의한 부하 차단은 많은 액수의 포설 공사비 부담을 감수하여야만 한다.

디맨드 컨트롤러 KDC-L8은 이러한 포설 공사비 부담을 줄일 수 있도록 디맨드 컨트롤러와 차단 대상 부하를 단 하나의 제어선으로 연결할 수 있도록 하는 원격제어단말장치를 옵션으로 제공하고 있다. 따라서 기존 방식에 비해서 저렴하고 간편한 포설 공사가 가능하다. 또한 기존 디맨드 컨트롤러는 부하 차단/복귀 명령을 일방적으로 전달할 뿐, 이를 확인할 수 없었는데 반해 디맨드 컨트롤러 KDC-L8은 부하 ON/OFF 명령의 수행 여부도 확인할 수 있으므로 설치 후 제어선의 단선이나 합선등으로 인한 오동작을 원격에서 미리 확인할 수 있다.

문 : 원격제어 단말장치의 작동 및 연결방식은 어떠한가?

답 : 디맨드 컨트롤러 KDC-L8은 내부에 원격제어 단말장치와 연결하기 위한 송수신 모듈을 포함하고 있으며 각 단말장치와는 일대다 형식으로 연결된다.