

# 수요 제어에 의한 전력 시스템의 효율 운전

(Effective Management of Power System by Demand Control)

최진원 (Jin-Won Choi)  
(나라컨트롤)

## Abstract

For the management of maximum demand power, power control system that is consist of CCMS(Central Control and Management System) and MCCA(Minimum Cost Control and management Software) is proposed. MCCA has the basic functions of the set of target power and the enrollment of load control logic. And also MCCA give the simulation of Power rate that help more effective Demand Control.

## 1. 서론

한국 전력이 1978년 수요 관리의 하나로서 기본 요금 피크 연동제를 도입한 이후 최대 수요 전력 제어는 이제 전력 수용가 측에 상당한 실제 적용 사례들을 만들어가고 있다[1]. 본 논문에서는 이러한 최대 수요 전력 제어에 관해서 기본적인 수요 제어 동작과 함께 PC상에서의 실시간 시뮬레이션을 통해 전력 요금을 시뮬레이션을 해봄으로서 좀 더 효율적으로 수요 제어를 적용할 수 있는 전력 시스템을 구성하고 이를 실제 산업 현장에 설치하였음을 보여준다.

## 2. 본론

### 2.1. 수요 관리와 최대 수요 전력

수요 관리는 전력 발전 설비의 전체적인 효율을 끌어 올리는 부하율(평균 전력/최대 전력)의 개선을, 전력의 공급자적인 측면(한국 전력)이 아닌 전력 수요자 측면(일반, 산업)에서 하고자 하는 노력이다. 이를 위해서 한국 전력에서는 전력 요금을 통해 수요자 스스로 수요 관리에 힘쓰도록 유도함으로써 최대 전력 사용을 줄이도록 하고 있다. 즉, 전력 요금의 기본 요금은 최대 수요 전력을 기준으로 산정하고, 전력 사용량에 대한 요금은 여름철 최대 부하 시간대에 높은 가격을 설정하는 계절별, 시간대별 차등 요금을 적용하고 있다. 특히 매월의 기본 요금은 검침 당월의 피크와 직전 12개월 중의 하계(7~9월) 피크 중 높게 측정된 피크를 기준으로 계산되기 때문에 여름철의 최대 수요 전력의 관리는 1년에 걸쳐 영향을 미치게 되므로 전력 요금 절감을 위

해서는 유의하여 관리할 필요가 있다.

### 2.2. 수요 제어 시스템

최대 수요 전력을 관리하는 수요 제어 시스템으로 그림 1과 같은 수요 제어 시스템을 구성하였다. 시스템은 서버와 클라이언트로 구성되는 중앙 감시 소프트웨어를 통해서 전력 부하 군에 대한 감시와 제어를 수행하고 수요 제어를 위한 MCCA (Minimum Cost Control & management Software)를 추가함으로써 수요 제어 기능을 담당하도록 구성되었다.

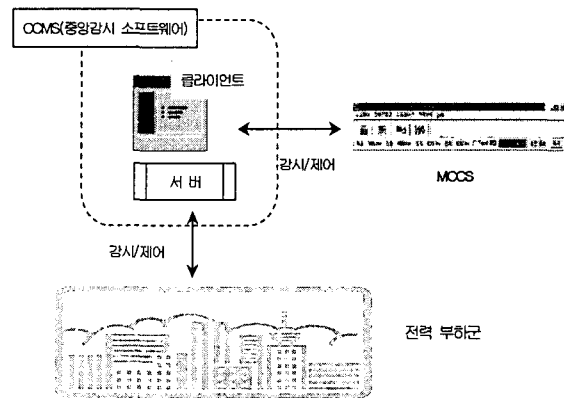


그림 1. 수요 제어 시스템  
Fig. 1. Demand Control System

MCCA는 기본적인 수요 제어를 위해 필요한 여러 가지 전력 설정치를 입력하고 수요 제어 로직을 등록할 수 있다. 최대 수요 전력을 목표 전력 이내로 관리하기 위해서는 실제로 수요 제어가 동작되는 시점이 목표 전

력에 이전에 조정 전력에 의하여 수요 제어가 실행되도록 해야 한다. 또한 MCCS는 수요 전력의 실시간 감시를 위해서 그림 2와 같은 수요 제어 감시 화면을 제공한다[2].

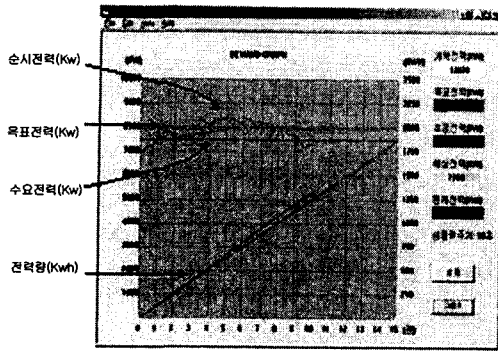


그림 2 수요전력 감시 화면  
Fig. 2. Monitoring View of Demand Power

수요 제어 감시 화면에서는 15분 동안의 전력과 전력량에 대한 실시간 감시를 수행하며 계약 전력, 목표 전력, 조정 전력, 예상 전력, 현재 전력, 샘플링 주기 등의 현재 값을 표시한다. 그래픽 화면에서는 순시 전력과 수요 전력을 감시하며 목표 전력과 조정 전력에 대한 기준선을 표시한다. 그림 2의 감시 화면에서 보면 순시 전력에 대한 수요 전력의 변화를 실시간으로 감시하고 있으며 또한 점점 증가하는 전력량의 변화도 함께 관찰할 수 있다. 현재 전력은 현재의 수요 전력을 말하며, 예측 전력은 전력량 변화의 실시간 기울기를 가지고 15분 시점에서 예상되는 수요 전력을 계산한 것이다.

### 2.3. 수요 제어 시뮬레이션

MCCS는 기본적인 수요 전력의 감시, 제어 기능 이외에 수요 제어를 위한 시뮬레이션 기능을 제공한다.

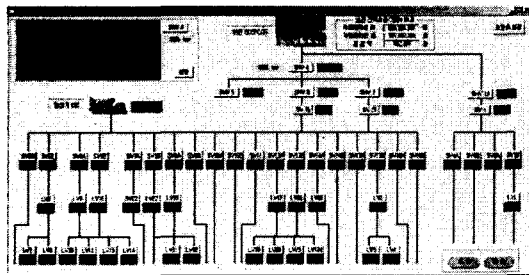


그림 3 수요 제어 시뮬레이션 화면  
Fig. 3. Simulation View of Demand Control

시뮬레이션 기능은 실시간 상황에서 가상의 제어 로직을 테스트해 봄으로써 좀 더 효율적인 수요 제어를

돕는다. 그림 3은 시뮬레이션을 위한 감시 화면으로서 수요 제어의 대상이 되는 전체 부하 군의 전력 계통도를 실시간으로 감시한다. 감시 화면은 먼저 한전 메인 단을 비롯한 전력 계통상의 부하에 대한 순시 전력을 실시간으로 감시한다. 발전기 연동 제어의 경우에는 발전기의 순시 전력도 함께 감시한다. 그리고 한전 메인 단에 대한 수요 전력을 순시 전력과 함께 감시하며 발전기 전력과 수요 전력은 변화 추이는 그래프로서 표시된다. 이렇게 전력 부하 군에 대한 실시간 전력 감시를 하는 도중에 화면의 전력 계통도에 있는 임의의 부하를 선택한 다음 가상의 On/Off 제어를 시행하면 그에 따른 한전 메인 단의 순시 전력과 수요 전력의 변화를 역시 실시간으로 관찰하게 된다.

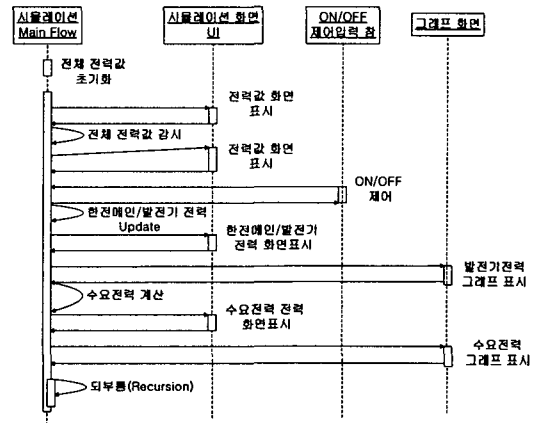


그림 4 시뮬레이션 순차도  
Fig. 4. Simulation Sequence flow

그림4에서는 시뮬레이션의 처리 과정을 Main Flow와 감시 화면 그리고 On/Off 제어, 그래프 표시에 대한 순차도로서 정리하였다.

가상 제어에 의한 최대 수요 전력의 변화를 기초로 해서 전력 요금의 변화를 함께 계산하여 시뮬레이션의 감시 화면에 표시한다. 최대 수요 전력의 변화를 통한 전력 요금의 변화를 비교하면 다음과 같다. 최대 수요 전력 제어의 방법으로는 자가용 발전 설비의 가동에 의한 피크 제어 방식을 선택하였기 때문에 발전기 전원과 한전 전원간의 연동 제어를 수반하게 된다.

표 1은 수요 제어를 적용하지 않은 경우의 전력 요금 계산표이다[3]. 수요제어를 적용하기 전에는 최대 수요 전력이 2,960kW이고, 수요 제어를 위한 발전기는 사용하지 않았다. 전력 요금은 선택Ⅱ의 고압B(154kV)를 적용하였다. 계절별 월의 구분은 각각 여름(7~8월), 봄(4~6, 9월), 겨울(10~3월)이다[4].

표 1. 전력 요금 계산 (수요 제어 이전)  
Table 1. Power rate calculation before demand control

월별	최대부하		최대수요 전력	기본 요금	발전기	
	사용량	요금			사용량	요금
7월	280	32,844	2,950	14,131	0	0
8월	280	32,844	2,950	14,131	0	0
9월	195	13,046	2,950	14,131	0	0
10월	195	14,235	2,950	14,131	0	0
11월	195	14,235	2,950	14,131	0	0
12월	195	14,235	2,950	14,131	0	0
1월	195	14,235	2,950	14,131	0	0
2월	195	14,235	2,950	14,131	0	0
3월	195	14,235	2,950	14,131	0	0
4월	195	13,046	2,950	14,131	0	0
5월	195	13,046	2,950	14,131	0	0
6월	195	13,046	2,950	14,131	0	0
연간	2,510	203,280	35,400	169,566	0	0

표 2. 전력 요금 계산 (수요 제어 이후)  
Table 2. Power rate calculation after demand control

월별	최대부하		최대수요 전력	기본 요금	발전기	
	사용량	요금			사용량	요금
7월	232	24,084	2,320	11,113	48	9,906
8월	232	24,084	2,320	11,113	48	9,906
9월	195	13,046	2,320	11,113	0	0
10월	195	14,235	2,320	11,113	0	0
11월	195	14,235	2,320	11,113	0	0
12월	195	14,235	2,320	11,113	0	0
1월	195	14,235	2,320	11,113	0	0
2월	195	14,235	2,320	11,113	0	0
3월	195	14,235	2,320	11,113	0	0
4월	195	13,046	2,320	11,113	0	0
5월	195	13,046	2,320	11,113	0	0
6월	195	13,046	2,320	11,113	0	0
연간	2,414	192,019	27,840	133,354	96	19,812
절감		11,261		36,212		-19,812
합계				27,661		

(전력: kW, 전력량: 1000\*kWh, 요금: 천원)

표 2의 경우는 수요 제어를 적용한 이후의 전력 요금 계산표이다. 표2에서 보는 바와 같이 수요 제어를 적용한 이후에는 최대 수요 전력이 2,320kW로 변화되었다. 이로 인해 기본 요금은 12개월 동안 모두 36,212,400원이 절감되었으며 최대 부하 사용량 요금 또한 11,260,800원의 절감 효과가 있었다. 그러나 수요 제어에 해당하는 부분만큼은 발전기 운전을 하였기 때문에 19,812,000원의 비용이 추가로 발생하였다[5]. 따라서 수요 제어를 통한 전체 절감 금액은 27,661,200원이 된다. 이상과 같이 7, 8, 9월의 최대 수요 전력 관리를 통하여 12개월 동안의 기본 요금을 절감시킬 수 있음을 알 수 있다. 자가용 발전설비의 가동에 의한 피크 제어 방식이 아닌 부하 피크컷 제어방식을 통해 최대 수요 제

어를 적용하게 될 경우에는 더욱 많은 전력 요금이 절감될 것을 예상할 수 있다.

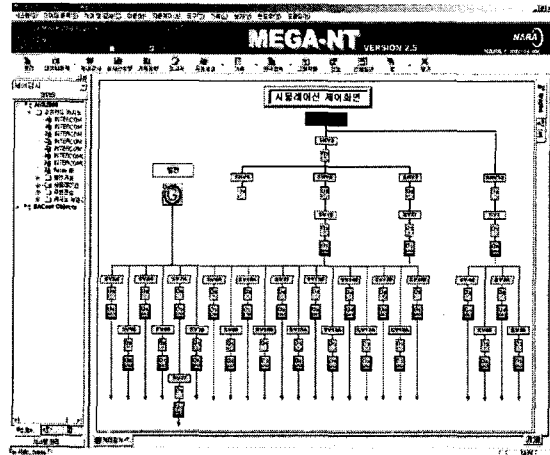


그림 5. 시뮬레이션 결과의 수요 제어 적용  
Fig. 5. Adaptation of Demand Control by Simulation

이상과 같이 임의의 부하에 대한 가상 제어를 통해 수요 전력의 실시간 변화를 비교한 다음, 시뮬레이션의 결과를 실제 제어 대상 부하 군에서 제어하기 원한다면 그림 5와 같이 중앙 감시 소프트웨어인 CCMS를 통해서 제어 결과를 직접 적용할 수 있다.

### 3. 결론

수요 제어를 위해 MOCS를 포함하는 전력 시스템을 구성하고, 최대 수요 전력 관리를 위한 목표 전력 설정과 부하 제어 로직의 등록을 통하여 수요 제어를 정상적으로 처리하였다. 또한 수요 제어 시뮬레이션 기능을 사용하여 수요 제어의 적용 결과를 예측해 봄으로서 보다 효과적인 최대 수요 전력 제어를 수행할 수 있음을 확인하였다.

### 참고 문헌

- (1) 수요 관리 자료, 한국 전력 Home page, 2003
- (2) 서울 국제 종합 기기전, SIEF 2002
- (3) 디맨드 콘트롤러(최대 수요 전력 감시 시스템) 자료, 코텍 시스템 Home page, 2000
- (4) 전력 요금표, 한국 전력 Home page, 2003
- (5) 강원랜드 3516B×4 Generator Maintenance Contract, CATERPILAR, 2002.8.12