

# 프로그램 로직 기반의 스마트 최대 전력 관리 시스템에 관한 연구

(A Study on Programmable Logic-based Smart Peak Power Control System)

이우철\* · 권성현

(Woo-Cheol Lee · Sung-Hyun Kwon)

## Abstract

The paper is related to smart maximum power system based on program logic. Especially, this system compares the total demand power with the target power by using the signal from the digital kilo watt meter. Based on the power information by the maximum power control equipment the consumed future power is anticipated. In addition, through consumed future power the controllable target power is set, and it applies on the maximum power control equipment. User or manager would control the load efficiently through the simple programming which could control load based on the control sequence and relay. To begin with the conventional maximum power control algorithm is surveyed, and the smart maximum power control system based on program logic is used, and the new algorithm from full load to proportion shut down is proposed by using PLC program. the validity of the proposed control scheme is investigated by both simulation results.

Key Words : Programmable Logic Based Smart Power Management System, Control Sequence, Demand Controller

## 1. 서 론

최근 생활관련 소비가 늘어나면서 냉방기기의 보급이 폭발적으로 증가하고 있으며, 전력소비 산업이 발달함에 따라 전력 에너지의 사용량이 크게 증가되어 연중 최대 피크 전력이 매년 여름철마다 연 10% 이상씩 갱신되고 있다. 이러한 하계의 최대 피크 전력중 약 20% 정도가 냉방 부하로 추산되고 있고, 향후에도 냉방 부하의 지속적인 신장이 예상되고 있으며, 이러한 최대 피크 전력 때문에 한국 전력의 변전소 전력공급 능력이 연간 피크 부하 증가율 이상으로 매년 계속 확충되어야 하는 실정으로, 이로 인한 변전소 투자 재

---

\* 주(교신)저자 : 환경대학교 전기전자제어공학과  
IT융합기술연구소  
\* Main(Corresponding) author : Hankyong National  
University Dept. of Electrical Electronic &  
Control Engineering Professor, Institute  
for information technology convergence  
Tel : 031-670-5323, Fax : 031-670-5329  
E-mail : woocheol@hknu.ac.kr  
접수일자 : 2013년 11월 11일  
1차심사 : 2013년 11월 12일  
심사완료 : 2013년 12월 17일

원마련 및 변전소 입지조건 문제 등이 큰 과제로 대두되고 있다[1-2]. 국가적 차원에서 전기를 생산하는 에너지원은 수입에 의존하고 있다. 국내의 경우 원자력 발전에 높은 의존율을 보이고 있으나, 최근 환경 및 사고에 대한 우려에 따른 집단적 민원 발생으로 원자력 발전소를 건설하는 부분은 상당히 오랜 기간과 사회적으로 많은 문제점을 안고 있다.

또한 조력발전소는 생태계 파괴를 우려하는 어업 종사자의 민원, 풍력 발전소는 소음을 유발하고 있다. 태양광 발전은 투자비 대비 효율이 낮은 사업으로 국가적 지원이 없이는 불가한 사업이다. 이로 인하여 발전소 건설은 중장기적인 국가적 사업이다. 그래서 수용가의 피크 시간대의 전력사용을 제한하면서 절전을 유도하는 것이 발전소 건설보다 빠른 방법으로 수용가에 우선시 되고 있다. 그래서 수요관리는 전력수요를 합리적으로 조절하여 부하율 향상을 통한 원가절감과 전력 수급안정을 도모함과 동시에 국가적인 에너지자원 절약에도 기여한다. 지금까지의 수요관리 정책은 침두부하 억제를 위한 심야전력 활용, 최대수요전력제어, 직접부하제어, 원격제어 에어컨 등의 방법이 제시되어 왔다[3-4]. 지금까지의 최대수요 전력 제어기는 특정 시간대의 피크 전력 발생점에서 미리 제어 관리 부하로 선정된 부하를 공정 내에서 나쁜 영향을 주지 않는 범위 내에서 부하의 차단, 복귀를 반복하여 특정 시간에서의 사용 전력량을 감소시켜 최대 전력을 제어하는 장치이다. 최대 수요 전력 제어기는 수용가의 침두부하 억제를 통한 기본요금의 절감을 목표로 하나, 개별 수용가의 전력비용을 절감하기 위해서는 기본요금의 절감과 함께 사용요금의 절감도 필요하다[5]. 따라서 본 논문에서는 외부에서 사용자 또는 관리자가 간단한 프로그래밍을 통해 부하 특성에 맞게 제어 시퀀스 및 릴레이를 구성할 수 있는 프로그램 가능 로직 제어 프로세서를 내장하여 부하를 좀 더 효율적으로 제어하여 시간 및 비용을 절감하고자 하는 프로그램 로직 기반의 스마트 최대전력 관리 시스템을 제공하는 것이다. 기존의 최대전력제어 알고리즘을 고찰하고, 전력사용량을 억제하기 위하여 프로그램 로직 기반의 스마트 최대전력 관리 시스템의 제어 방법을 활용하여 PLC(Programmable Logic

Controller) 프로그램을 통하여 전 부하(100% 차단) 차단 방식에서 비율 제어 차단이 가능한 한 새로운 알고리즘을 제시한 후에 시뮬레이션을 통하여 제시된 방법의 타당성을 검증하기로 하기로 한다.

## 2. 본 론

### 2.1 최대수요전력제어기 기본원리

최대수요 전력제어기의 기본 원리는 수요(Demand) 시간 동안의 평균전력이 최대수요전력이므로 부하가 순간적으로 많은 전력을 소비하여도 그 수요시한의 나머지 시간 동안에 미리 선정된 부하의 전력을 차단하게 되면 부하의 소비 전력을 목표 전력 값에 맞출 수가 있다. 예를 들어 그림 1과 같이 부하변동이 있는 경우에는 소비전력의 추이가 목표전력을 초과하게 된다. 따라서 목표전력 값을 초과하지 않게 하기 위해서는 수요시한 동안에 부하전력이 목표전력보다 높은 부분의 면적과 낮은 부분의 면적이 같아지도록 부하 전력을 가감하면 된다. 이와 같이 현시점 이후에 목표 전력 내에서 사용할 수 있는 전력을 남은 전력이라 하며 또한 현시점의 부하전력과 남은 전력과의 차이가 조정이 필요한 부하의 크기로서 조정전력이라고 한다.

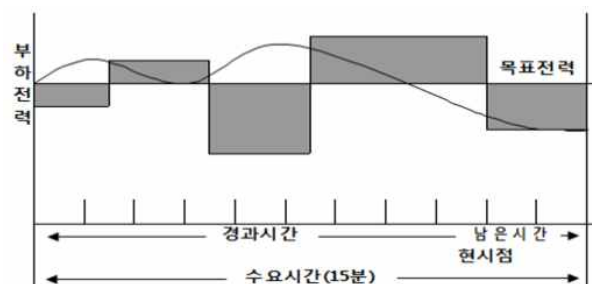


그림 1. 부하변동에 따른 전력제어  
Fig. 1. Power control according to load change

그림 2에서는 각 시점에서의 남은 전력현황과 조정 전력의 추이를 나타내고 있는데 조정의 방향은 부하의 상황에 따라 저감이 필요한 경우와 증가가 필요한 경우가 생긴다. 최대수요 전력제어기는 이와 같은 원리를 바탕으로 하여 제어에 필요한 수치를 연산 처리

하여 경보, 부하제어의 신호를 발생시키고 또한 최대 수요 전력관리를 위한 데이터를 자동기록 하는 등 각종의 기능을 부가한 것이다.

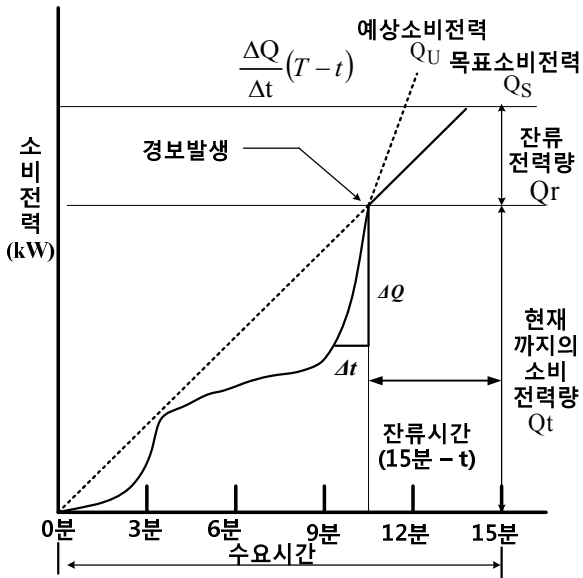


그림 2. 최대수요전력 관리장치의 전력관리  
Fig. 2. Demand management with demand controller

## 2.2 기존 최대수요전력제어기 알고리즘 연구

그림 3은 각각의 제어대상 부하가 실제로 소비하고 있는 수요전력을 모르는 상태에서 정해진 순서대로 부하를 제어(ON/OFF)하기 때문에, 부하를 차단(OFF)하는 경우에 전력을 사용하고 있지 않은 부하를 차단(OFF)하여 수요전력을 감소시키는 효과가 없을 수도 있다. 뿐만 아니라 부하를 복귀(ON)하는 경우에는 전기사용량이 많은 부하를 복귀(ON)시켜 전체 수요전력이 목표전력을 초과하는 경우도 있다[6].

또한 기존의 최대전력 제어 시스템은 시퀀스 제어 및 지연 제어가 필요한 부하의 경우 우선순위 제어 방식을 적용하려면 별도의 회로를 구성하여 부하에 맞게 새로 제작하여야 한다. 이에 따라 수용가의 경우 추가비용이 발생하고 설치자의 경우 부하의 특성을 설치 전에 파악하여 그 부하 특성에 맞는 회로를 구성하여 적용하여야 하기 때문에 금전적, 시간적 비용이

증가하게 되는 문제점이 있다[6-8].

그림 4에서 최대수요전력 제어기의 동작 원리는 다음과 같다. 참고로 국내에서는 최대 전력을 15분 동안의 평균전력으로 정의를 하여 사용하고 있다.

- 1) 전자식 전력량계에서 출력되는 펄스의 수를 15분 간 계수하여 현재전력을 구한다.
- 2) 차단 조건은 15분간의 시간을 기준으로 하여 현재전력과 기준전력 그리고 남은 수요시간 등을 적용하여 예측전력과 조정전력을 계산한다.
- 3) 복귀 조건은 현재 시간을 기준으로 현재전력과 기준전력, 조정전력의 관계에 의해 미리 정해진 방식에 따라 부하를 제어한다.

최대수요전력 제어기 설명에 나열된 용어 설명은 표 1과 같다.

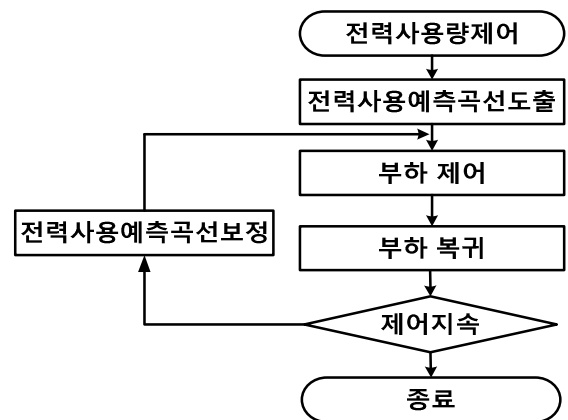


그림 3. 최대수요전력관리 제어 알고리즘  
Fig. 3. Demand power control algorithm

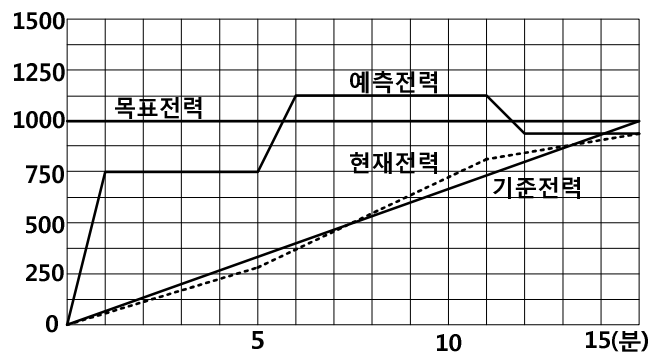


그림 4. 최대수요전력제어기의 동작 원리 I  
Fig. 4. Basic principle of maximum demand controller I

표 1. 최대수요전력제어기 용어 설명  
Table 1. Term rescription for maximum demand controller

용어	설명
목표전력 (Target Power)	15분간의 목표로 하는 전력값
현재전력 (Present Power)	현재까지 누적된 전력값
예측전력 (Forecasted Power)	현재까지 누적된 전력은 15분으로 확장한 값
기준 전력 (Standard Power)	15분 목표전력을 현재 시간에 맞게 설정한 값

### 2.3 프로그램로직기반의 스마트 최대전력 관리시스템 개요

프로그램 로직 기반의 스마트 최대전력 관리 시스템은, 디지털 적산전력량계로부터 전력수요 시간 펄스 및 전기 사용량 펄스를 입력 부를 통해 입력받고 최대 전력 관리 프로세서에서 전력량을 적산하여 목표 전력량과 비교하여 각 부하와의 접점을 제어하도록 한다. 이때 각 부하에 연계된 로더 장치에 의해 프로그램이 가능한 PLC 프로세서는 부하 특성에 따라 출력 부의 DI 및 A/D 값의 입력에 의해 부하의 현재 차단 가능성을 파악하여 제어 가능한 부하 위주로 제어를 수행하도록 한다. 즉 제어장치는 부하제어 알고리즘에 DI 및 A/D 값을 반영하여 시스템에 악영향을 줄 수 있는 제어를 피하면서 제어대상 부하를 좀 더 확장할 수 있게 한다.

이때 프로그램 로직 제어 기법에서 그림 5와 같이 제안되는 제어 요소는 부하의 점점상태, 부하의 현재 온도 값 및 임계 온도 값, 부하의 제어간격이다. 즉 임계 전력이 차단 영역으로 확대되어 보다 광역의 범위로 피크 전력을 관리할 수 있다[9].

이러한 PLC 프로세서에 의한 프로그램 로직 제어 기법에 의해 기존의 우선순위 제어에 따라 특정 부하가 항상 꺼져 있게 되는 상황을 피할 수 있고, 전기로 및 공조기와 같이 임계 온도 이하로 떨어지거나 올라가면 안 되는 부하에 적용하면 기기에 손상이 가지 않

는 제어를 할 수 있으며, 부하점점의 상태를 알 수 있어 가동하는 부하 위주의 제어가 되어 좀 더 정밀하고 안정적인 부하 운용이 가능하다.

프로그램 로직 제어 기법에서 그림 5와 같이 제안되는 제어 요소는 부하의 점점상태, 부하의 현재 온도 값 및 임계 온도 값, 부하의 제어 간격이다. 이러한 PLC 프로세서에 의한 프로그램 로직 제어 기법에 의해 기존의 우선순위 제어에 따라 특정 부하가 항상 꺼져 있게 되는 상황을 피할 수 있고, 전기로 및 공조기와 같이 임계 온도 이하로 떨어지거나 올라가면 안 되는 부하에 적용하면 기기에 손상이 가지 않는 제어를 할 수 있으며, 부하점점의 상태를 알 수 있어 가동하는 부하 위주의 제어가 되어 좀 더 정밀하고 안정적인 부하 운용이 가능하다.

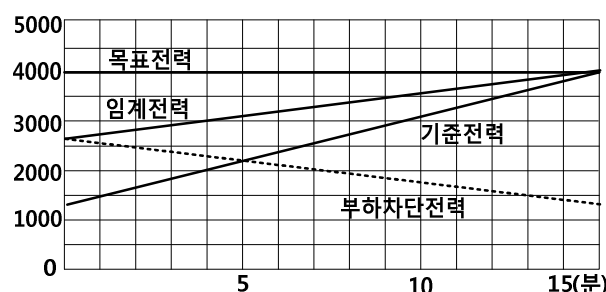


그림 5. 프로그램로직기반의 스마트 최대전력 관리시스템 동작 원리 II

Fig. 5. Basic principle of smart peak power control system based on program logic II

한편 상기 최대전력 관리시스템과 네트워크를 통해 연결되는 통신 서버는 인터넷이 연결되면 항상 인터넷 소켓이 접속된 상태로 있게 되며, 최대수요전력제어기의 특정 제어 이벤트나 피크 전력이 넘어가는 긴급 상황 발생 정보가 통신 서버로 실시간 전송되고, 통신 서버의 요청에 따라 최대전력 관리 시스템의 전력 사용정보 등이 수시로 통신 서버로 전송된다.

따라서 통신 서버는 제어 이벤트나 긴급 상황 발생 정보를 수용가 모니터링 PC와 관리자 스마트폰에 문자 메시지를 전송하거나, 부하의 전력제어용 전용 어플리케이션을 이용하여 알림 서비스를 제공한다.

또한 통신 서버는 향후 한국 전력의 RTP(Real

Time Pricing) 서버 또는 실시간 전기요금 정보를 상시 수신하여, 전기요금 변동에 따른 수용가 전력사용량 및 사용요금을 계산하고, 이러한 전력사용량 및 사용요금 정보를 수용가 모니터링 PC 또는 관리자 스마트폰으로 전송하여 수용가 및 관리자가 상시 전력정보를 알 수 있도록 한다[10-11].

무엇보다도 통신 서버는 실시간 전기요금 정보를 바탕으로 데이터베이스화된 수용가의 사용전력 데이터에서 미래 전력사용량을 예측하고, 이렇게 예측된 미래 사용전력량에 비추어 그림 6과 같이 5%, 10%, 15%, 수용가 사전 입력 % 제어 값으로 제어했을 경우에 절감요금 및 설정 가능한 목표 전력 값을 제시한다.

이렇게 제시된 정보를 수용가 모니터링 PC 및 관리자의 스마트폰에 주기적으로 전송하고, 수용가 및 관리자가 절감 요금 및 설정 가능한 목표 전력값 정보를 바탕으로 최대수요전력제어기의 목표 전력량을 재설정하도록 한다. 따라서 통신 서버는 목표전력량을 최대수요전력제어기에 전송하고, 상기 최대수요전력제어기는 전송받은 목표 전력량을 바로 적용하여 최적화된 제어기법에 따라 수용가의 부하를 제어하여 목표 전력량 이하로 부하를 사용하도록 한다.



그림 6. 최대수요전력 제어에 따른 온도 및 전력의 변화  
Fig. 6. Temperature & electricity change according to peak demand power control

그림 6의 온도의 경우 용해로를 기준으로 하여 피크가 발생되면 기존의 최대전력제어기는 전부하 차단(100% 차단)이 발생되어 용해로의 기준 온도를 초과하

여 공정 사고가 발생된다. 그러나 본 논문의 프로그램 로직기반의 스마트 최대전력 관리시스템은 PLC 프로그래밍에 의해 부하 차단을 소폭으로 비율 제어하므로 용해로의 기준 온도 범위 내에서 유지될 수 있다.

## 2.4 프로그램 로직기반의 스마트 최대전력 관리시스템 알고리즘

지금까지의 에너지 절감 알고리즘은 최대수요를 억제하여, 기본요금을 절감하는데 주안점을 두었으나, 본 알고리즘은 그림 7과 같이 실시간 전기요금 정보를 바탕으로 데이터베이스화된 수용가의 사용 전력 데이터에서 미래 전력 사용량을 예측하고, 이렇게 예측된 미래사용 전력량에 비추어 수용가에서 사전 입력 % 제어 값으로 제어했을 경우에 절감요금 및 설정 가능한 목표 전력 값을 제시하여, 사용 요금의 절감에 기여할 수 있다[12-13]. 15분 동안 평균 전력이 최대 피크 전력을 초과할 경우 각각의 부하들을 순차적으로 차단을 하고 최대 피크 전력 이내로 들어 올 경우 순차적으로 부하를 동작시킨다.

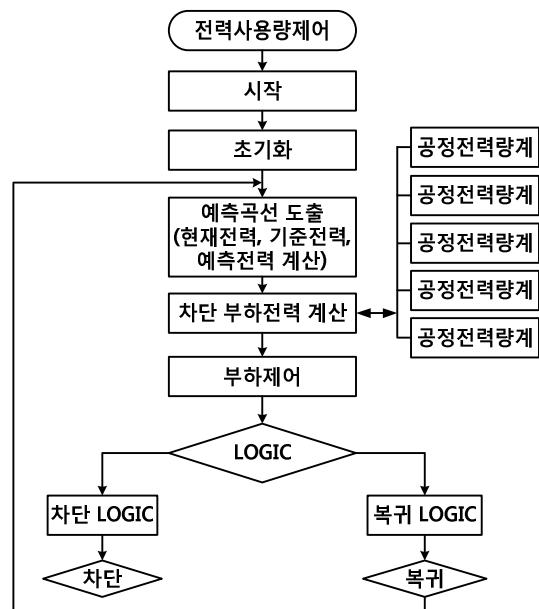


그림 7. 스마트 최대전력 관리시스템 제어 알고리즘  
Fig. 7. Control algorithm of smart peak power control system based on program logic

또한 차단대상 부하의 효율적이고 탄력적인 제어를 위하여 분산형 단말장치(RTU)를 구현하여 최대전력 관리 시스템으로 부터 전송된 제어 신호를 이용하여 직접 부하를 제어하고 제어 결과 및 부하의 상태를 서로 전송할 수 있다[14-15].

표 2. 기존 방식과 제안된 방식 비교  
Table 2. Comparison of the conventional method and the proposed method

기존 최대전력제어기	프로그램로직기반 스마트 최대전력 시스템
목표전력(Target Power)부하특성을 고려하지 않음	부하 종류별 제어가 가능함
차단가능 부하의 용량 및 운전 상태 고려하지 않음	부하의용량별로 운전 상태를 고려하여 비율 제어가 가능함
현재전력이기준전력을조금만넘어도즉시차단하여 피크 관리는유지되나 생산차질에 문제가 발생함	비율제어가가능하므로 피크관리 및 생산운영에 문제가안됨

### 2.5 프로그램로직기반의 스마트 최대전력 관리시스템 시뮬레이션

시뮬레이션에서는 웅진케미칼(주) 안성 사업장내 1,000kW 용량의 공조기(Auto Handling Unit)를 대상으로 하여 피크 제어시 온도 변화 및 전력 변화에 관하여 실험하였고, 그 결과를 SIMON社의 HMI (Human Machine Interface) 온도 및 습도 데이터와 TRAND로 제시하였다. 또한 전력은 XELpower社의 직접부하제어(Direct Load Control) System 화면으로 전력 결과를 제시하였다. 본 연구에서는 젤파워社의 디맨드컨트롤러 하부에 PLC에 프로그래밍을 통하여 전 부하 차단 방식에서 비율 제어 차단 방식으로 수행하였다. 기존의 디맨드컨트롤러는 단순한 최대전력관리장치에 의존하여 부하특성을 전혀 고려하지 않고,

차단 가능부하의 용량 및 운전 상태를 전혀 고려하지 않아 현재전력이 기준전력을 조금만 넘어도 시간조건 만족 시 즉시 차단하기 때문에 피크관리는 이루어지나, 생산차질이 심각해져서 공정의 최대 부하원인 가열로등에 적용을 할 수 없었다. 그러나 본 논문에서는 기존의 디맨드 컨트롤러 하부에 LS社의 PLC를 장착하여 온도에 민감한 가열로등에 부하 특성을 고려하여 제품 불량 발생치 않는 한계점까지의 출력을 제한하여 피크 관리가 이루어지기 때문에 기존의 냉난방기에만 국한되던 피크 관리 대상을 광역화하여 전력비를 절감할 수가 있었다. 그림 8은 본 연구에서 사용된 시스템에 대한 회로도도를 보여준다.

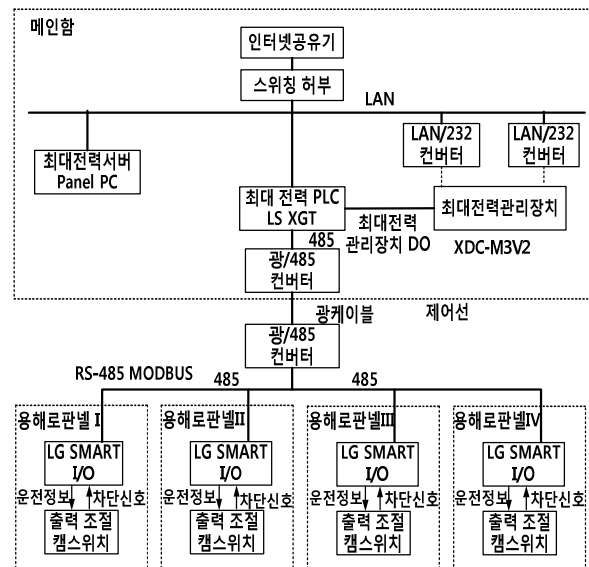


그림 8. 실험에 사용된 회로도  
Fig. 8. Experimental circuit diagram

#### 2.5.1 최대전력 관리시스템 제어로 전부하 차단 시뮬레이션

그림 9는 정해진 순서에 의한 단순 ON/OFF 제어 방식으로 피크 100% 출력(전부하 차단)시 공정의 온도 변화를 나타낸 것이며, 일정 시간 후 온도의 상승 추이를 확인할 수 있다. 공정의 제어 임계 온도를 넘어서면 제품 불량을 유발하게 된다.

그림 10은 피크 100% 출력(전부하 차단)을 진행되어 현재 전력이 목표 전력 값에 도달됨을 알 수 있다.

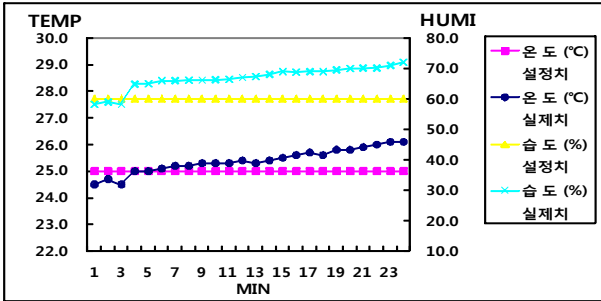


그림 9. 최대전력 관리시스템 제어로 피크 100% 출력 시 온도 TRAND

Fig. 9. Temperature trend when 100% output of peak with peak power control system

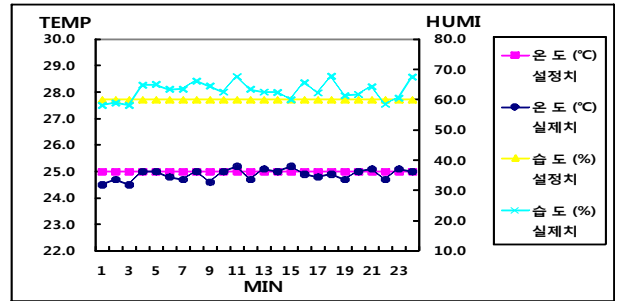


그림 11. 최대전력 관리시스템 제어로 피크 80% 출력 시 온도 TRAND

Fig. 11. Temperature trend when 80% output of peak with peak power control system.

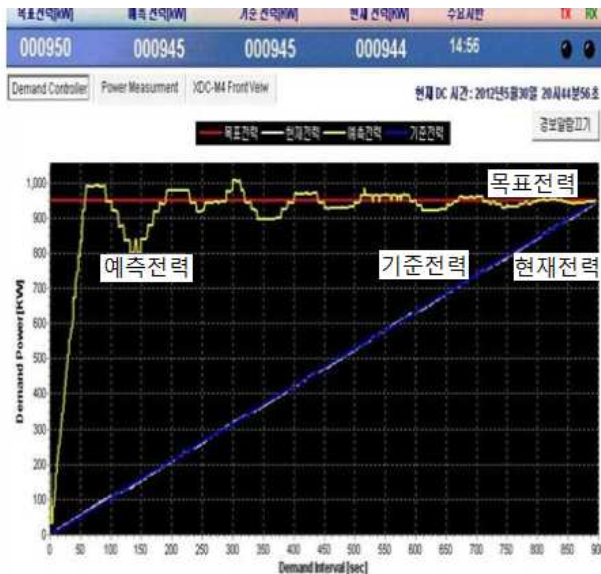


그림 10. 최대전력 관리시스템 제어로 피크 100% 출력 시 전력 TRAND

Fig. 10. Electricity trend when 100% output of peak with peak power control system

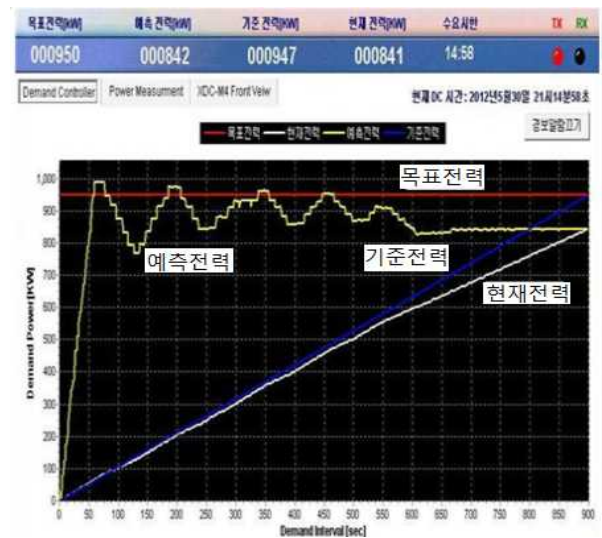


그림 12. 최대전력 관리시스템 제어로 피크 100% 출력 시 전력 TRAND

Fig. 12. Electricity trend when 80% output of peak with peak power control system

### 2.5.2 최대전력 관리시스템 제어로 비율 제어 시물레이션

그림 11은 PLC 프로그램에 따른 비율 제어 방식으로 피크 80% 출력(부하 20% 차단)시 공정의 온도 변화를 나타낸 것이며, 100% 출력 시보다 해당 공정의 온도 변화가 작음을 확인할 수 있다. 전부하 차단이 아닌 20% 차단으로 공정 한계 온도치에서 출력이 이뤄지고 있어 안정적인 제품 생산이 가능하다.

다음의 그림 12는 피크 80% 출력(부하 20% 차단)을 진행하면 해당 공정의 온도 변화가 작게 되어 전력 사용량이 줄어듦을 확인할 수 있다. 전부하 차단시보다 차단 전력량이 줄어들지만, 비율 제어로 온도에 민감한 대상까지 제어 범위가 넓어지므로 피크 전력 관리가 더욱 용이해진다.

## 3. 결 론

본 논문에서는 전력사용량 기반의 새로운 에너지절



감 알고리즘을 제시하였다. 최대전력 관리시스템 제에서 제시한 바와 같이 PLC 프로그램에 따른 비율 제어 방식으로 해당 공정의 온도 변화가 작게 되어 전력 사용량이 줄어들음을 확인할 수 있었다. 전 부하 차단시 보다 차단 전력량이 줄어들지만, 비율 제어로 온도에 민감한 대상까지 제어 범위가 넓어지므로 피크 전력 관리가 더욱 용이해졌다. 상기와 같은 프로그램 로직 기반의 스마트 최대전력 관리 시스템은 외부에서 사용자 또는 관리자가 간단한 프로그래밍을 통해 부하 특성에 맞게 제어 시퀀스 및 릴레이를 구성할 수 있는 프로그램 가능 로직 제어 프로세서가 내장되어 있어 부하를 좀 더 효율적으로 제어함으로써 좀 더 정밀하고 안정적인 부하 운용이 가능할 뿐만 아니라, 기존에 사용하던 부하제어회로를 사용할 필요가 없어 구성이 간편하고, 부하제어회로 제작에 시간이 절감될 수 있으며, 다양한 부하제어 및 최대전력 관리에 적용할 수가 있다.

이 논문은 2013년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임  
[No.2013R1A1A2064271].

## References

[1] S. D. Kim, et al., "Recommended Practice for the Assessment of Transformer Capacity by the Forecasting of Peak Power In Industrial Customers", Conference of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers, pp. 383-386, Sep., 2009.

[2] S. D. Kim, et al., "Recommended Practice for the Assessment of Transformer Capacity by the Forecasting of Peak Power in Office Building Customers", Conference of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers, pp. 293-296, May, 2008.

[3] J. H. Kim, et al., "Composition and Operation of Direct Load Control(DLC) System for use of Deamand Side", Conference of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers, pp. 1260-1262, July, 2003.

[4] J. H. Kim, et al., "A Study on the Implementation of Direct Load Control Resource", Conference KIEE, pp. 606-608, July, 2003.

[5] J. U. Kim, "An New Load Control Algorithms based on Power Consumption" Trans. KIEE. Vol 59, No. 9, pp. 1658-1662, Sep, 2010.

[6] S. Kino, "Application and benefits of open DeviceNet control system in the forest products industry," in Conf.

Rec. Annu. Pulp and Paper Industry Technical Conf., pp. 196-203, 1999.

[7] Young-Huei Hong, Ching-Tsai Panand Wen-Wei Lin "Fast calculation of a voltage stability index of power system" Power Systems, IEEE Transactions on, vol. 12, no. 4, pp. 1555-1560, Nov. 1997.

[8] T.J. Overbye and R.P. Klump, "Effectoncalculation of power system low-voltage solutions" power systems, IEEE Transactions on, vol. 11 no. 1, pp. 75 - 82, Feb. 1996.

[9] S. D. Kim, S.B. Yoo, "Recommended Practice for a Reasonable Power Density and Analysis of Power Consumption Capacity for the year in Large-scale Buildings", Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers, Vol. 23, No. 6, pp. 85-88, June. 2009.

[10] Intel/Microsoft/Toshiba, "Advanced Configuration and Power. Interface Specification," <http://www.teleport.com/~acpi/>.

[11] A. Toffler, Power Shift—Knowledge, Wealth, and Violence at the Edge of the 21st Century. New York: Bantam, 1990.

[12] R.H. Simpson, "power system database management" Industry Applications, IEEE Transactions on, vol. 37, no. 1, pp 153 - 157, Jan-Fed. 2001.

[13] Songi Zhao, Hongguang Liu, ShijieCheng and Deshu Chen "A new method for Calculating power system Control, Operation and Management", APSCOM-93 2nd International Conference on, vol.1, pp. 274-278, 1993.

[14] O.W.Andersen, "PC-based filed calculationsfor electric power applications" Computer Applications in Power, IEEE, vol. 2, no. 4 , pp. 22-25, Oct. 1989.

[15] Fred Halsall, "Data Communication, Computer Networks and open system." Addison Wesley, pp.62-70, 1995.

## ◆ 저자소개 ◆



### 이우철(李雨哲)

1964년 3월 24일생. 1987년 한양대학교 전기공학과 졸업. 1989년 한양대학교 대학원 전기공학과 졸업. 1988~1998년 효성중공업 기술연구소 책임연구원. 1995~2001년 한양대학교 대학원 전기공학과 졸업(박사). 2007~2009년 Virginia Polytechnic Institute and State University USA Visiting Professor. 현재 한경대학교 전기전자제어공학과 교수. 2011년~현재 전력전자학회 학술위원.



### 권성현(權成炫)

1975년 1월 11일생. 2010년 한경대학교 전자공학과 졸업. 2012년 한경대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1992~2013년 현재 웅진진케미칼 근무.