

LED 조명의 목표전력량 제어 알고리즘과 에너지절감 효과에 관한 연구

정재용*, 한기정**, 박기웅**

* (주)포스코 ICT 기술연구소, 책임연구원

** (주)포스코 ICT 기술연구소, 수석연구원

e-mail : nick.jung@poscoict.com

A Study on Power Control Algorithm for Load Shedding and Energy Saving Effect

Jae-Yong Jung*, Ki-Jung Han**, Ki-Woong Park**

* POSCO ICT, Senior Research Engineer

** POSCO ICT, Principal Research Engineer

요 약

본 연구는 LED 조명제어시스템(LMS)을 이용해서 관리자가 원하는 목표전력량과 LED 조명의 구역별 중요도에 따라 Priority 를 설정 후 실시간으로 전력량을 측정해서 Overload(목표전력량 80% 이상 초과 1 단계, 90% 이상 2 단계) 상황 발생 시 자동으로 LED 조명전력을 차단 또는 디밍함으로써 정전에 대비하고 에너지절감도 가능한 알고리즘과 실증결과에 관한 연구내용을 소개한다.

1. 서론

최근 화두가 되고 있고 심각하게 대두되고 있는 혹서기, 혹한기 대규모 정전사태(Black-out)에 대한 불안감과 미래에 또 닥칠 수 있는 정전대란을 대비해야 한다는 필요성이 크게 대두되는 시점이다.

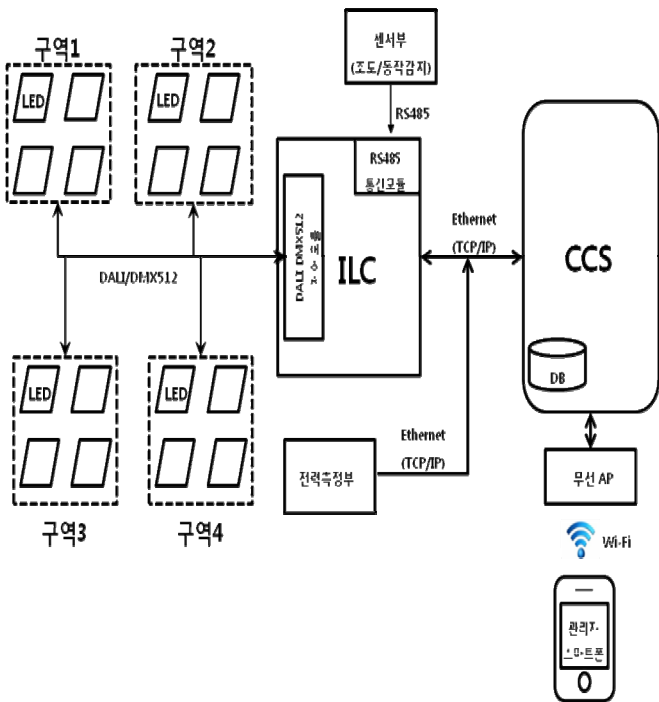
많은 연구들이 진행 중에 있으며 그 대안으로 조명 분야에서는 LED 조명의 빠른 도입과 기존 운영중인 센서나 스케줄링에 의한 단순 조명제어에서 한 단계 나아가 IT 융합기술을 접목한 다양한 상황인지를 통해 에너지절감 효과를 극대화할 수 있는 LMS(Lighting Management System) 시스템 개발이 진행 중이고 최근 빠르게 확산 적용되고 있다.

본 연구는 관리자가 목표전력량을 설정하고 LED 조명이 설치되어 있는 각 구역의 중요도, Priority 와 원하는 기간(분기별/계절별 등)을 설정한 후 목표전력량의 80% 이상 초과 시 1 단계 Overload 조명제어, 90% 이상 초과 시 2 단계 Overload 조명제어를 차등해서 자동으로 수행하는 알고리즘을 구현하고 LMS 시스템에 적용함을 목적으로 한다.

목표전력량에 따라 조명전력을 모니터링하고 자동으로 조명제어를 수행함으로써 보다 더 효율적인 에너지 절감으로 누진세 과세에 대비할 수 있고 최종적으로 최근 불거지고 있는 혹서기, 혹한기 예상치 않은 대규모 정전사태를 미연에 방지할 수 있다.

2. LED 조명제어시스템(LMS) 구성 및 기능

LMS 시스템(그림 1) 구성은 조명구역별, 기간별(분기별/계절별 등)로 목표전력량을 설정하고 DB에 저장하며 실시간 측정된 전력량을 통합 관리하는 중앙관리서버(CCS:Centralized Control Server), 구역별, 기간별로 정해진 Priority에 따라 실제 LED 조명의 디밍/ON/OFF 조명제어를 수행하는 조명제어기(ILC: Intelligent Lighting Controller), 실시간 전력량을 정밀하게 측정해서 보고하는 전력측정부, 조도나 동작감지 센싱을 수행하는 센서부, Mobile 관리를 위한 스마트폰과 LED 조명으로 구성된다.



(그림1) LMS 시스템 구성도

(그림 2)는 목표전력량 제어 알고리즘을 Flow Chart로 표시하였다.

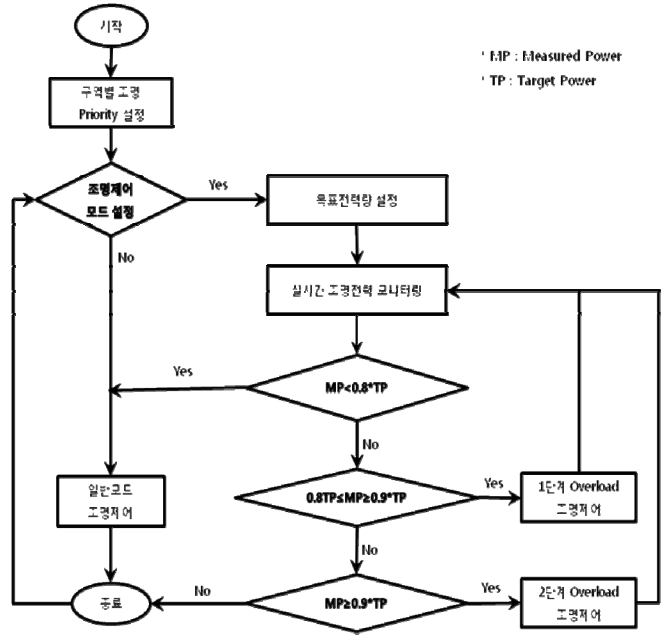
일반모드 조명제어 시 LMS 시스템은 센서부와 스케줄링에 의한 단순 조명제어를 수행한다.

각 조명구역별로 Priority를 설정하고 원하는 기간(월/분기/혹서기/혹한기/반기/년 등)에 조명제어 모드를 목표전력량 모드로 설정하면 CCS DB에 설정값이 저장된다.

설정 후 전력측정부에서는 측정된 실시간 전력량을 모니터링하다가 목표전력량의 80%를 넘어서면 1 단계 Overload 조명제어(Priority-1 구역 조명 80% 디밍), 목표전력량의 90%를 넘어서면 2 단계 Overload 조명제어(Priority-1 구역 조명 80% 디밍+Priority-2 구역 80% 디밍)를 수행하고 현재전력량, 목표전력량까지 남아있는 전력량과 목표전력량 초과 예상시간을 관리

자 스마트폰으로 통보함으로써 예상치 않은 정전에 대비하고 아울러 한 단계 향상된 에너지 절감 및 효율적인 조명관리 효과를 구현하기 위한 시스템에 관한 것이다.

가장 대표적인 지능적 요소는 전력목표량을 사용자가 설정하고 조명의 전력량이 목표전력량에 도달하는지를 실시간 모니터링하고 목표전력량을 넘지 않도록 단계별로 조명제어(ON/OFF/DIMMING)을 수행하는 알고리즘이다.



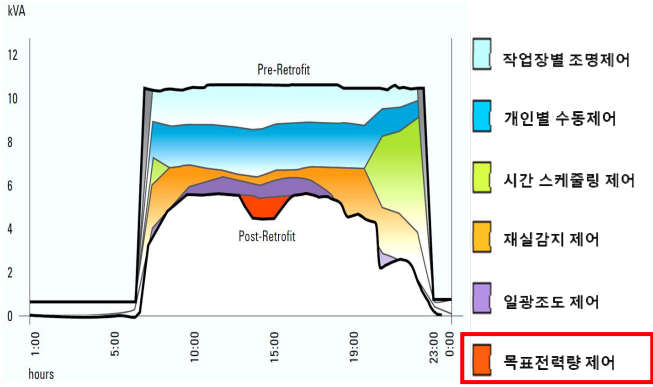
(그림 2) 목표전력량 제어 알고리즘 Flow Chart

3. 조명 에너지절감 방법 및 효과

상황인지를 통한 조명 에너지절감 방법은 여러가지 방법이 존재한다.

조도센서를 이용해서 외부 일광량을 측정해서 창가쪽부터 순차적으로 디밍을 하는 일광조도 제어(Daylight Harvesting), 재실 또는 동작감지센서를 통해 조명제어를 수행하는 재실감지제어(Occupancy Control), 특수한 시간대별(점심시간/주말/공휴일 등) 조명제어를 수행하는 시간 스케줄링 제어(Smart Time Scheduling), 작업 공간(공장/사무실/교실/공방 등)에 따라 조도 및 색온도 제어를 통한 감성조명 제어를 수행하는 작업장별 조명제어(Task Tuning), 그리고 에너지절감 효과를 극대화할 수 있는 전력 목표량 설정에 의해 조명제어를 수행하는 목표전력량 제어(Variable Load Shedding)가 있다.

(그림 3)은 하루 동안 각 에너지절감 방법에 대해 측정해서 에너지절감 효과를 나타낸 그래프로써 목표전력량 제어(Variable Load Shedding)에 의한 에너지 절감 효과가 가장 큰 것을 보여주고 있다



(그림 3) Encelium 사 개량 프로젝트에서 얻은 실측 결과 - 캐나다 토론토

4. 목표전력량 제어 알고리즘 실증 절차

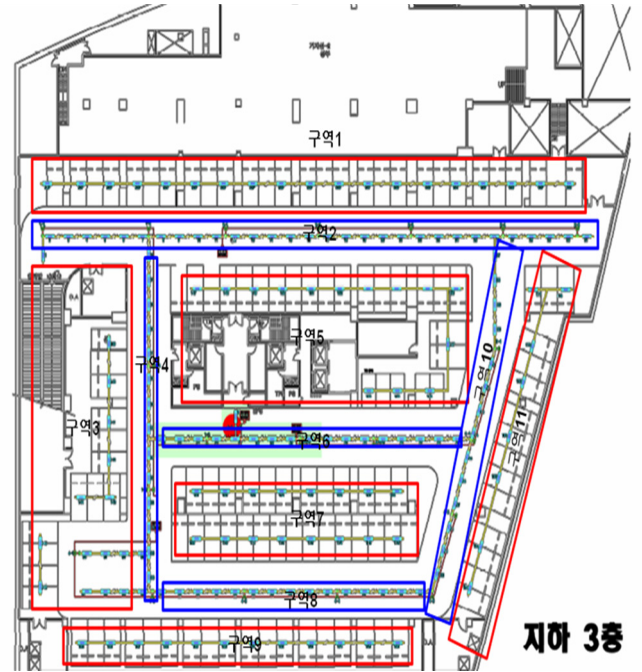
당사 지하주차장에 설치된 조명제어시스템에 알고리즘을 적용해서 효과에 대한 실증 절차를 수행하였다.

실증방법은 먼저 CCS 에 목표전력량 제어 알고리즘을 적용하고 기존 설치되어 있는 조명제어기를 알고리즘에 따라 동작할 수 있는 ILC 로 교체 후 목표전력량 제어 알고리즘과 에너지절감 효과에 대한 실증을 진행하였다

(그림 4)은 실증을 위한 구역을 설정한 실제 평면도를 표시하였다.

CCS, ILC 각 1EA, 동작감지센서 21EA, 38W LED 주차장등 177 개 EA 로 구성했고 ILC 는 지하 3 층 주차장 EPS 실에 설치하였으며 CCS 는 4 층 Test Room 에 설치 후 24 시간 동안 실증을 진행하여 결과를 도출하였다.

주차장 특성상 통로구역이 안전 상 주차구역보다 더 중요하므로 Priority-1 구역(Red 표시)은 주차구역인 구역 1,3,5,7,9,11 구역(주차장등 92EA)으로 Priority-2 구역(Blue 표시)은 통로구역인 구역 2,4,6,8,10 구역(주차장등 85EA)으로 설정하였다.



(그림 4) 당사 지하 3 층 주차장 평면도 및 조명구역 설정도

1 년을 기준으로 혹서기, 혹한기 각 2 개월 씩 4 개월 을 목표전력량 제어 기간으로 하고 1 단계 Priority 조명제어 기간은 3.5 개월, 2 단계 Priority 조명제어를 0.5 개월로 가정하고 이것을 다시 24 시간 기준 일반모드로 16 시간, 1 단계 Priority 조명제어 7 시간, 2 단계 Priority 조명제어 1 시간으로 산정하였다.

조명회로만 따로 분리되어 있지 않아 에너지 절감율은 계산에 의해 다음과 같이 도출하였다.

조명 종류	조명 전력	일일전력량 계산치	에너지 절감율	운영방식
LED 주차장등	38W	38x177x24h =161.424 KWH	-	전체조명 24 시간 일반모드 운영
LED 주차장등 (목표전력량 제어 포함)	38W	38X177x16h +38x7hx (92x0.2+85)+38x0.2x 177x1h=136.466KWH	15.5%	전체조명 16 시간 일반모드 운영 7 시간 1 단계 Priority 조명제어 1 시간 2 단계 Priority 조명제어

(표2) 목표전력량제어의 에너지 절감율 계산표

5. 결론

본 논문에서는 LED 조명의 목표전력량 제어 알고리즘과 에너지절감 효과에 대해 분석하고 당사 지하주차장에 적용해서 실증을 통해 확인하였다.

지하주차장 실증 결과 LED 주차장등에 목표전력량 제어 알고리즘이 추가 적용된 시스템이 LED 주차장등만으로 운영되는 시스템보다 약 15.5% 정도 에너지절감 효과가 있음을 확인하였다.

본 연구를 통해 최근 확산되고 있는 LED 조명과 다양한 조명제어를 위한 조명제어시스템(LMS)에 목표전력량 제어 알고리즘을 적용한다면 정전 대비 효과와 더불어 에너지절감 효과까지 기대할 수 있을 것으로 예상된다.

참고문헌

- [1] Encelium Report “Actual Results taken from an Encelium retrofit project - Toronto, Canada”
- [2] Nizam, Muhammad, Mohamed, Azah, Hussain, Aini “An Adaptive Under voltage Load Shedding Against Voltage Collapse Based Power Transfer Stability Index”
- [3] 신호성, 송경빈 “Load Shedding Algorithm Using Linear Programming for Congestion Problems by a Major Contingency”
- [4] 강병현, 강철구 “마이크로컨트롤러를 이용한 지능형 임베디드 조명제어시스템”
- [5] 윤석현 “지능형 빌딩을 위한 조명 제어 시스템 설계 및 구현”