

빌딩 제어 및 관리 시스템 개발에 관한 연구

- 조명 제어 관리 시스템 구축을 중심으로 -

A Study on the Development of Building Control and management System

- Focusing on the Lighting Control and Monitoring system -

조성오* / Cho, Sung-O

Abstract

Technology has been viewed at various stages of civilization as leading to future progress. The building, its services systems and management of the work process all contribute to the well-being of people within an organization. Productivity relies on there being a general sense of high morale and satisfaction with the workplace. Now buildings are considered as providing a milieu for human creativity. Flexibility, adaptability, service integration and high standards of finishes offer an intelligence threshold. Building Automation System(BAS) - controlled lighting systems may offer incremental energy saving. Conventional Lighting control systems often control equipment in a single room or over the limited area, because they are centralized control systems, which means that all the controlled circuits must be wired to a single control panel. The computers used by these systems are typically dedicated microprocess that perform only lighting control functions. By comparison, modern Building automation systems are distributed control system, which means that their computing hardware and software are distributed as a network that microprocessor-based control modules and standard PC.

PLC(Programmable Logic controller) is extensible virtually without limits, so that all the lighting in a facility can be controlled by single, unified system - the same system that also can control and monitor the building's HVAC, security, and manufacturing processed, elevators, and more. A Building automation system can control light using schedules, manual controls, occupancy sensors, and photosensors, either singly or in combination. Building Lighting control and monitoring system will be for a energy saving and efficient building management system.

키워드 : 빌딩 자동제어 시스템, 조명제어 시스템, PLC

Keywords : Building Automation Control System, Lighting Control System, PLC(Programmable Logic Controller)

1. 서론

환경에 대한 관심과 세계 에너지 정세는 유가의 불안정한 등락으로 세계 경제를 저울질하고 있으며, 각종 국제 회의에서는 에너지절감, 자원의 보호문제를 사회적으로 강하게 요구 되고 있다. 우리나라 총 전력 소비의 약 20%를 점유하는 조명용 전력의 절감은 매우 절실한 과제이다. 빌딩의 총 사용전력의 36%는 조명과 콘덴서에 의한 것으로 보도되고 있다.¹⁾ 그러나, 조명에서의 에너지 절감의 방안으로 조명을 끄거나 개수를 줄여 삶의 질을 떨어뜨리면서 절약목표로 하는 것을 의미 하는 것이 아니며, 시각 환경이나 조명효과를 가능한 적은 에너지로 실

현하는 것이라 할 수 있다. 최근 들어 경제 형태와 규모의 변화에 따라 빌딩에서 일어나는 여러 상황들도 많은 부분 변화를 가져왔으며, 고층화 및 대형화에 따른 에너지 수요 또한 증가하는 추세이다. 오피스 빌딩의 경우 전체 전력의 40% 가량을 차지하는 조명 설비는 효율적인 관리와 에너지 절감의 차원에서 조명 제어 시스템과 관리 인력의 적절한 활용이 필요하게 되었다.

과거, 현장에서 일어나는 상황을 주로 전화를 이용해 해당 부서에 직접 연락을 취하는 시스템이 주류를 이루고 있었다. 하지만 실제 상황을 알 수 없는 상태로 불필요한 조치가 취해지거나 상황판단 및 처리에 오랜 시간이 걸리게 되는 문제점이 나타나게 되었다. 이후 점차 그 상황을 외부에서 통신망에 접속

* 정회원, 동양공업전문대학 실내건축과 부교수

1)김현호, 일간공업신문, '환경배려, 에너지절약형'인기(2002년 7월 24일)

하여 판단하고 처리하는 원격제어 시스템을 연구하는 사례가 늘어나고 있으며, 편리하고 정확하게 현장 상황을 인식하고 제어하기 위한 연구가 진행되고 있다.

1.1. 연구의 배경

최근 건축물이 대형화와 되고, 정보통신 기술이 발달하면서 기술과 건축이 융합되고 있으며, 환경에 대한 관심과 함께 에너지 절약의 시대적 요청에 따라 체계적이고 합리적인 운영과 관리가 요구되고 있다. 고효율에너지기 인증제품을 사용하여(2008년 12월 31일까지) 에너지 절약 시설을 투자하는 경우 당해 투자금액의 10% 세액공제(2005년 1월 1일 이후 투자분에 한함) 하며, 고효율에너지기자재 세액공제 대상품목을 지정하고 있다. 그러나, 건물의 자동화 분야는 타 분야의 자동화 시스템에 비하여 미약하게 추진되어 왔으며, 프로그램과 제품의 다양한 차이를 보이고 있다. 따라서 빌딩 자동제어 및 관제 시스템은 독립적으로 타 시스템의 영향을 최소화 하면서 시스템간의 정보 공유와 시스템 운영 및 절차, 구축 시기의 차이에도 불구하고 중복을 최소화 시키면서 통합 및 확장이 용이하고, 서비스의 중단에 따른 유지 보수 및 피해가 최소화 되어야 하기 때문이다.

1.2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 정보 통신기술 융합형 공간 구축을 통한 자동 제어 및 관제 시스템을 개발함으로써 각종 센서와 제어기를 통하여 이용자의 측면에서는 기존의 사용 형태를 유지면서 편리하고 효율적인 사용과 관리자에게는 최적의 상황으로 건축물을 유지, 관리함으로써 경제적이고 편리하며 안전하게 운영될 수 있도록 하여, 자동화를 통한 빌딩의 사용 에너지를 줄이고, 신뢰성과 확장성을 고려한 구축 방법 및 관리 및 제어를 PLC의 LD형식 프로그램을 제시하여 정보 통신 분야의 진보적인 기술을 건축물에 도입 활용 하고자 한다.

1.3. 연구의 범위와 방법

빌딩 제어 및 관리 시스템의 개발에 대한 연구 범위는 오피스 빌딩의 공간을 대상으로 하였으며, 센서 신호, 재실자의 유무를 고려한 조명기구의 자동제어 방법을 연구 범위로 한다.

연구의 방법은 첫째, 빌딩에 대한 자동제어, 관리하고 있는 인텔리전트빌딩에 대한 문헌적 자료를 고찰하고 인텔리전트빌딩에 대한 개념과 의미를 고찰 한다. 그동안 기술의 변화에 따른 이용 상태와 경제구조의 변화에 대한 의미 변화를 정리하고, 적용에 따른 법규적 내용의 변화를 조사하였으며, 둘째, 빌딩 자동 제어시스템의 구성 요소와 제어 방식에 대하여 조사, 분석하고, 빌딩의 조명제어 시스템 모듈을 개발 적용한다. 끝으로, 조명 제어시스템의 구성은 쉽게 변경 및 수정이 가능한 국제 표

준방식으로 개발된 GLOFA PLC 방식으로 소프트웨어인 GMWIN Version 4.13³⁾이며, SFC 4)와 LD 5)방식으로 구현하여 윈도우 XP환경으로 개발하여 시뮬레이션을 동시에 수행하였다.

2. 빌딩의 지능화

2.1. 빌딩의 자동화 경향

인텔리전트빌딩(지능형 빌딩: Intelligent Building)은 오늘날 반도체 산업을 비롯한 전자 산업이 급속하게 진보됨에 따라 정보통신 산업도 하루가 다르게 우리의 생활속으로 파고들면서 산업 사회에서 정보화 사회로 급속히 이행되어 가고 있다.

정보화 사회에서는 모든 부문에서 필요한 정보를 얼마나 정확하고 빠르게 입수하여 활용하느냐에 따라 사업의 성패가 좌우될 수 있기 때문에, 기업의 생산성을 높이기 위해서는 고부가가치(high added value)의 정보를 첨단정보 시스템을 통하여 효율적으로 유통시킬 수 있는 환경이 요구되어지고 있다. 따라서 오피스 환경도 전통적인 일반 오피스 빌딩과는 달리 첨단정보 시스템과 쾌적한 근무환경을 제공함으로써 지적 생산성을 극대화할 수 있는 빌딩 환경이 필요하게 되었다.

첨단정보빌딩 또는 지능형 빌딩이라 불리는 인텔리전트빌딩(Intelligent Building)은 미국의 UTS(United Technologies Building System)사가 미국의 코네티컷 주 하트포드에 건설하여 1984년 1월에 완성한 시티 플레이스(City Place)에서 그 특징을 선전하는 의미로 처음 사용되었다.

인텔리전트 빌딩을 직역하면 ‘충만한 두뇌를 가진 빌딩’ 또는 ‘고기능 빌딩’이라 할 수 있다. 미국에서는 스마트 빌딩(Smart Building)과 인텔리전트빌딩은 비슷한 의미로 사용되고 있는데, 미국의 OCS(Office Communication System)사 부사장 리처드 카펜터는 인텔리전트 빌딩을 ‘한마디로 설명하기는 어렵지만 대체로 냉·난방 조명 전력 시스템을 통해 운영되는 자동화된 빌딩으로서 자동 화재감지장치, 보안경비, 정보통신망의 기능이 첨가된 빌딩’이라고 정의하고 있다. 미국의 AT&T사는 스마트 개념(Smart Concepts)을 통해서, 인텔리전트 빌딩을 ‘일정 기간의 운영비를 최소화하기 위해 자원의 효율적 관리가 가능하고 입주자의 사무 능률을 극대화시킬 수 있는 사무환경을 조성한 빌딩’으로 정의 하고 있다.

한편, 일본의 경우 1986년 3월에 일본 건설성이 설치한 “인텔리전트 콤플렉스 추진 협의회”에서는 인텔리전트 빌딩의 개념을 ‘21세기를 전망하여 고도 정보화의 진전에 대응할 수 있는

2)조세특례제한법 시행규칙 제13조의 2항

3)GLOFA-GM PLC 전 기종에 대해서 프로그램을 작성하고 디버깅하는 소프트웨어 툴

4)SFC(Sequential Function Chart) : 플로 차트 형식의 언어

5)LD(Ladder Diagram) : 릴레이 로직 표현 방식의 언어

고도 정보화 건축물 또는 정보통신 기능의 고도화, 에너지 절감, 인력 절감, 실내 환경의 쾌적성, 정보의 안전성, 신뢰성 확보가 완비된 건축자산'으로 정의하고 있다.

미국의 인텔리전트 빌딩 협회(I.B.I. : Intelligent Building Institute)에서 최초로 정의한 것은 “인텔리전트빌딩은 시스템, 구조, 서비스, 관리의 4가지 기본 요소를 통하여 생산성과 저렴하고 효과적인 환경을 제공하고 요소들 간의 상호 연계된 공간은 건축주, 관리자, 사용자 모두에게 편안하고, 안락하고, 안전하고, 장기간 유동적이며, 시장성을 실현해 준다. 최적의 빌딩 자동화는 사용자의 욕구를 해결하고자 한다. 단지 모든 인텔리전트 빌딩이 일반적인 편의를 도모하기 위한 구조적 디자인이다.”라고 하였다. 건축 공간을 사용자가 원하는 대로 구성할 수 있는 지원 체계를 갖춘 건물을 의미하게 된다. 그러나 이것은 지나치게 사무적이고, 경제적인 면을 강조한 것이다.

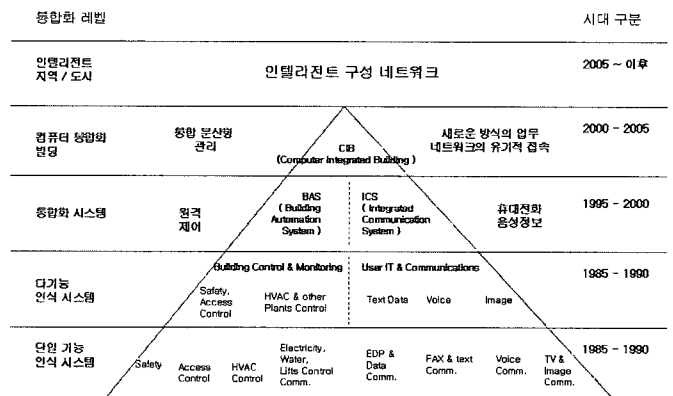
한편, 유럽의 EIBG (European Intelligent Buildings Group)⁶⁾에서는 “인텔리전트빌딩은 개인 또는 조직의 목적을 성취하기 위한 지속가능한 적절하고 효과인 환경을 제공하는 것이다.”라고 정의하고 있다. 이것은 유럽의 환경 및 에너지 정책에 비중을 둔 정의라고 볼 수 있다.

우리나라에서는 첨단정보 빌딩이라는 의미의 인텔리전트빌딩이라 용어를 사용하게된 것은 1991년 10월 한국통신의 전자 운영연구단 건물을 국내 최초로 인텔리전트 빌딩으로 준공하면서 일반적으로 사용되기 시작하였다. 이러한 인텔리전트 빌딩은 점차 블록화 되면서 인텔리전트 콤플렉스(Intelligent complex)를 형성하게 되었고, 인텔리전트 콤플렉스(Complex)를 지원하기 위한 텔레포트(Teleport)가 형성되었다. 따라서 인텔리전트 빌딩의 출현은 사회적으로 중요한 경제 활동의 장소가 되며, 공장 자동화가 외관상 공장 건물을 그대로 두고 내적인 생산라인과 관리 부문이 자동화되는 것처럼 도시도 외적으로 크게 변하지 않고 내적으로 그 구성 요소의 기능을 자동화시킴으로서 사회 정보화가 추진된다.⁷⁾ 국내에서는 2002년에 설립된 (사)IBS Korea 에서는 지능형 건축물(IB ; Intelligent Building)이라고 부르며, “21세기 지식정보사회에 대응하기 위해 건물의 용도, 규모와 기능에 적합한 각종 통합 시스템을 도입하여 쾌적하고 안전하며 친환경적으로 지속가능한 거주공간을 제공할 수 있는 건축물”로 정의한다.⁸⁾

이와 같이 인텔리전트빌딩이란 ‘건축, 환경, 통신, 사무 자동화, 빌딩 자동화의 4가지 시스템을 유기적으로 통합하여 첨단 서비스 기능을 제공함으로써, 경제성, 효율성, 쾌적성, 기능성, 신뢰성, 안전성을 추구한 지적 생산의 장소에 적합한 빌딩’이라 정의할 수 있다. 사무 자동화, 빌딩 자동화 및 통신시스템은 건물의 두뇌와 신경계를 구성한 건축 환경으로 인간의 거주공간을 구성한다.

2.2. 빌딩 자동화의 변화

건축에서의 자동화 및 지능화 역시 컴퓨터를 중심으로 각종 시스템의 도입이 이루어진다. 이 시스템은 건축물의 관리(BMS: Building Management System) 또는 건물 에너지관리 시스템(EMS: Energy Management System in Building)이며, 포괄적으로 시설관리(FM: Facility Management)이라고 칭한다. 건물 자동화 및 지능화된 시스템의 도입은 사용자에게 쾌적하고 효율적으로 이용하기 위한 공조 위생설비, 전력 조명설비, 방범, 방재, 반송설비, 주차관제설비에 대한 필요한 각종 설비를 집중 관리하며, 또한 자동화를 통한 제어관리는 건물의 운영 효율과 관리 방법을 향상시키는 시스템이다. 또한 자동화 시스템의 적용으로 인한 최적화 운전으로 에너지의 절감, 경제성의 확보, 관리 인원의 감소로 인한 인건비의 절감, 기기 및 장치에 의한 안전성 확보에 있다.



<그림 1> 지능형 빌딩의 변화 피라미드⁹⁾

<그림 1>에서와 같이 빌딩 내에 도입된 각종 시스템들이 독립적인 운영에서 점차 정보 통신의 발달과 함께 통합 운영되고 있는 모습을 보여주고 있으며, 건물 내부로 한정하지 않고, 점차 부가 서비스를 확대하여 도시와 같은 외부 공간으로 확대하고 있는 것으로 보인다.

2.3. 자동화에 따른 에너지 절약 대책 사례

1999년 일본의 제약 단체에서는 2010년의 지구 온난화 방지 행동목표를 받아들여 제약업계의 새로운 행동목표를 「2010년의 CO₂ 배출량을 1990년 수준 이하로 억제한다.」로 정하고 2010년도의 행동 목표 달성을 위한 활동을 개시하였다. 상세한 것은 분석 후, 매년 목표를 제시할 예정이다. 구체적인 내용을 <표 1>과 같은 내용으로 제시하였다.¹⁰⁾

6) <http://www.ibgroup.org.uk/index.htm>

7) 이경희 · 손주선 · 황원택, 인텔리전트 빌딩의 건축 정보 설비 시스템 기문당, 2002. 2, pp.15-16

8) <http://www.ibskorea.org>

9) Mervi Himanen, The Intelligence Of Intelligent Buildings- The Feasibility Of The Intelligent Building Concept In Office Buildings.

1999년의 에너지 절감 실적이 많은 순서는 첫째, 공조, 냉열 원설비의 기동·정지, 운전시간 등의 운전방법의 개선, 둘째, 소형 보일러의 도입, 대수제어에 에너지절약화, 셋째, 송풍기, 교환기, 조명기구의 인버터화, 넷째, 조명의 타이머 제어, 자동점멸장치의 도입 등에 의한 불필요한 조명의 소등 등이 있다. 따라서 일본의 경우 에너지 절약과 대책으로 자동화 및 관제 시스템의 도입과 운영방식으로 손실 에너지를 절감을 시도하려 보아진다.

<표 1> 1999년에 실시한 에너지절약대책(일본 제약공업협회 사례)

순위	투자 금액	효과 (kL)	투자 효율	기술·프로세스
1	0.70	660	943	연구동의 공조설비개조(24시간계통→8시간계통 변경)
2	0.20	172	860	불용 조명의 소등
3	0.20	66	330	공조, 냉동설비(대수제어) 모드 전환 등
4	0.20	50	250	여과공정드림 드라이어에 고성능 스팀트랩 채택
5	1.40	207	148	냉수 축열조내 냉수순환 개선에 의한 축열효과 향상
6	17.50	2,000	114	연구소 설비의 규모 적정화(규모축소)
7	1.60	120	75	풍량조정 공조기1대 정지, 집진기, 공조기의 운전변경
8	5.90	351	59	공조설비 운전방식 개선
9	1.70	95	56	공조운용방법의 변경
10	0.10	5	50	냉열원설비의 운전방법개선
11	0.50	21	42	보일러설비의 단열자킷화
12	0.20	8	40	조명의 타이머, 자동점멸장치 도입, 불용 조명의 소등
13	5.00	151	30	역률개선장치 도입
14	0.20	15	30	소형보일러 도입대수 제어
15	0.50	125	25	공조기구의 인버터화
16	0.20	5	25	인공감지센서와 절전계통에 의한 절전달성
17	1.00	23	23	중앙집진기의 인버터화
18	0.50	11	22	공조의 운전방법 개선
19	2.30	48	21	냉각탑 팬모터의 인버터화
20	1.00	16	16	증기드레인 회수탱크 증설

투자금액 단위 : (백만원) 투자효율단위 : (kL/백만원)

2.4. 법규적 사항

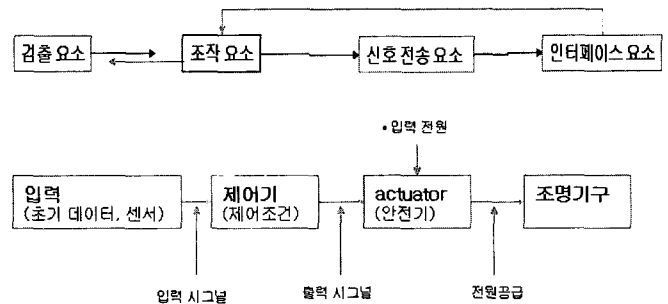
법규적 사항으로 사무소 건물의 에너지 절약은 연면적 3천 m²이상의 업무시설, 연구소, 기타 에너지 소비특성 및 이용 상황 등이 이와 유사한 건물에 대하여 '공기조화 설비, 전력 및 조명 설비, 승강기 설비 등 에너지 사용 설비에 대하여 에너지 절약 및 에너지 이용 효율의 향상을 위해 중앙 관제식 자동 제어 시스템을 채택하는 것이 바람직하다.'고 규정하고 있다.¹¹⁾

특히, 숙박 시설의 경우 객실수 30실 이상의 호텔이나 여관의 각 객실 조명용 전원에 출입문 개폐용 기구 또는 집중제어 방식의 자동, 반자동 점멸장치 설치를 규정하고 있으며,¹²⁾ 객실 입구 등은 1분 이내 소등될 것을 권장하고 있다. 주택 및 아파트 각 세대의 현관등은 3분 이내 소등되는 것일 것. 공동주택 단지 내 도로에 설치하는 보안등에는 외부 밝기에 따라 자동 점·소등 되는 장치를 부착을 규정하고 있다.¹³⁾

3. 제어 시스템

3.1. 시스템의 구성요소

제어 시스템을 구성하는 데는 소프트웨어(Software), 하드웨어(Hardware), 펌웨어(Firmware), 하드와이어링(Hardwiring), 유/무선통신(Wireless)과 같은 다양한 방법이 있다. 이중 선택적으로 다른 시스템간의 연계 방법으로 사용할 수 있다. 앞으로의 기능 확장을 고려한 개방환경(open architecture)과 표준화된 방식이 시스템 구성에 있어 중요한 결정 사항이 된다.



<그림 2> 조명제어 시스템의 기본구성도

시스템은 현장기기(Field), 정보수집기, 중앙감시반으로 구성된다. 현장기기란 센서, Actuator, 조작기, 배관, 배선등을 의미하며, 정보수집반은 네트워크 제어단위(Network Control Unit), 지역제어(Zone control)이며, 중앙관제는 서버와 DB(Database), MMI (Man-Machine Interface)등을 의미한다.

3.2. 조명 제어 운영 및 제어 방식

조명 제어 방식은 개별제어, 그룹제어, 패턴제어, 타임 스케줄제어, 상황 제어, 디밍제어, 정/복전 제어, 센서에 의한 자연광 보상 제어, 재실자 감지 제어, 원격제어, 연동제어, 정전시 제어로 구분될 수 있다.

<표 2> 제어 방식의 구분

제어 방식	내 용
개별 제어	각각의 스위치를 이용하여 개별 전등 부하를 제어 여러 장소의 스위치를 이용하여 개별 전등 부하를 제어 스위치 모드 상태는 피드백(feedback) 되어 각각의 스위치상태가 동기화
그룹 제어	일정 장소의 조명을 임의로 그룹화하여 동시에 ON/OFF 함으로서 편리하게 제어하는 기능으로, 사용 공간(레이아웃)의 변경에 맞게 전등 부하의 제어 범위를 자유롭게 함 (각 릴레이 상태를 종합하여 판별)
패턴 제어	조명을 임의 패턴으로 그룹화 하여 동작시키는 기능 점등 소등 점멸의 범위를 자유롭게 변경함

(VTT Publications, Marck, 2003) p.56

10)에너지 관리공단 <http://www.kemco.or.kr/>

11)건설교통부령 제512호, 건축물의 에너지절약 설계기준(건설교통부 고시 제459호)

12)전기설비기술기준 제1187조의2 제1항의 4호(개정 85.1.21동자령74호)

13)주택건설기준에 관한규정 제33조 2항(신설 91.1.15 대통령령 13252호)

타임 스케줄 제어	규칙적인 일정에 의해 자동으로 회로를 제어하여 점등 소등시킴. 건물내 지정된 장소별 거주시간에 따라 타임 스케줄을 지정하여 자동으로 조명부하를 제어 평일, 주말, 휴일, 특정일 등 각각 다른 스케줄에 의한 제어 하계, 동계와 같이 계절의 변화에 따라 일몰, 일출 시간을 자동으로 인식하여 제어
상황(Scene) 제어	각 장소의 사용 용도에 따라 적합한 조명 상황을 미리 설정해 두고 상황 변화에 연결된 릴레이를 제어 (주로 외부 경관 조명에서 사용)
디밍(dimming) 제어	조명 에너지의 효율적인 관리 및 에너지 절감 분위기 연출에 필요한 밝기 조절이 가능하도록 함.
정/복전 제어	정전시 비상 점등의 최소 조명만 유지하고 일반 조명은 소등시켜 비상전원의 부하를 줄여 정전시 차단 순서에 따라 연순으로 복귀
포토 센서에 의한 자연광 보상제어	창측에 조도 센서를 설치하여 자연광 조도에 따라 전등을 자동 소등하는 제어 방식 (낮에 커튼을 치는 곳에서는 설치에 주의한다)
재실자 감지기에 의한 재실/공실제어	회의장, 화장실, 계단, 복도 등 특정 지역에 동작 센서를 설치하여 움직이는 사물을 감지하여 조명을 점등 또는 소등 시켜며, 빈번한 작동을 막기 위해 지연시간을 줌.
원격 제어	운영자가 먼 거리에서 인터넷이나 기타 통신망을 이용하여 조명 감시반을 접속, 전등 부하를 감시 및 제어
연동 제어	설비 전력 방법 등과 연동하여 특정 지역의 조명 회로를 제어하여 효율을 높임
정전시 제어	정전시 발전기의 부하에 해당하는 비상 전등만을 유지 일반 전등부 소등 특고압 반이 저전압 계전기(LVP)로부터 저전압 상태 점진소호를 입력받아 릴레이 작동 복전시 정전시 전원 차단 순서의 역순으로 순차 투입

외부 보안등의 경우 단지 내에서 어두워질 무렵 자동으로 점등되고, 새벽 동틀 무렵에는 자동으로 소등시키며, 안전 시스템과 연계되어 화재시의 조명 제어는 ·통로 표시등, 출입구 표시등, 계단 표시등과 같이 화재시에 꼭 점등되어야 할 회로는 모두 점등되도록 하고, 공용 부분과 사무실은 공간 및 장소에 따른 스케줄을 작성할 수 있다.

<표 3> 일정별 운영방식

공간 및 장소	운영방법
외부 보안등	일몰 ~ 일출 시간까지
출 및 복도 조명	근무 시간 : 모두 점등 퇴근 시간 이후 : 1/2 소등 심야 : 순찰을 위한 최소의 등만 점등
사무실 조명	출근 이후 각자 점등 점심 : 1/2 소등 퇴근 : 소등 (연장 근무시 각자 점등)
화장실	사용자 이용시 - 밸브 작동

<표 4> 조명 시스템과 다른 시스템과의 연동 관계

시스템	연동 관계
조명 - 설비	개별 또는 블록별 점등, 소등에 따른 지역 공조장치의 기동 / 정지등 열원 장치의 운영
조명 - 방법	CCTV와 연동으로 방범 시스템의 신호를 받아 점등되어 CCTV 녹화 / 야간 불법 침입지역 점등 재실자의 해당 조명 부분 점등
조명 - 전력	정전 및 비상시에 조명을 최소 조명 패턴으로 전환 관리 정상 복귀시 이전 상태로 전환
조명 - 방재	재해 발생시 일반 조명 및 비상 조명 전등
조명 - LAN	인터넷을 통한 원격 조명 점멸
조명 - 기타	사용자가 없을 경우 자동 디밍(Dimming)기능

3.3. 전력 수요 제어의 개념

모든 전력 수용가의 전력요금 체제는 기본요금과 전력사용량

에 따른 요금으로 구성된다. 1991년 6월부터 빌딩수요의 전력요금 체제는 1년전의 사용기간의 최대 전력을 기준으로 부과하는 방식으로 바뀌어졌다. 즉, 당월의 최고전력사용량과 12개월 중 하계(7~9월) 피크 중 최대치로 계산되며, 이를 기준으로 1년간 기본요금을 부과하게 되는데, 피크(최대 사용전력의 15분간의 수치)가 증가할 경우 연간 기본요금이 상승하게 되는 것이다.

그러므로, 전기 수용가는 필요 최대한도의 범위로 전력 사용량을 넘지 않도록 사용하는 경우 향후 1년간 기본 요금을 지불하게 됨으로 비용을 줄일 수 있다. 건물의 사용 전력을 목표전력에 초과하지 않도록 하는 기능을 전력수요제어(power demand control)이라고 한다.

전력수요 제어는 목표전력을 설정하고 사용형식을 계속 관찰함으로써 목표 전력을 초과할 것으로 예상되는 불필요한 부분부터 정지시키고, 다시 가동시키는 방법이 있으나, 우선 순위별 정지 방법의 경우 중요도가 낮은 부하의 경우 정지시간이 길어지는 경우가 발생할 우려가 있어 순위를 결정하는 것이 가장 중요한 부분 중에 하나이다. 국내에서는 15분 간격으로 수요전력계(Demand Meter)를 측정하여 제어하고 있다. 전력수요의 예측은 예측제어법과 슬라이딩 윈도우(sliding window) 법이 있다.

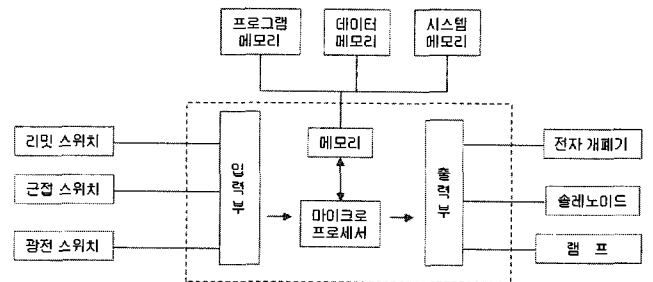
<표 5> 예측제어법과 슬라이딩 윈도우법의 비교

방법	예측 제어법	슬라이딩 윈도우법
내용	한 주기를 시작하고 6분이 경과하였을 때, 계속 사용할 경우 목표치를 초과할 경우 초과가 예상되는 부하를 프로그램에 의해 정지시키는 방법	매 샘플주기를 kWh 값을 측정하여 그 값을 갖고 사전 수요간격(demand interval)내의 총 전력량을 구하고 중요도가 낮은 부하는 정지시켜 제어하는 방법

3.4. PLC(Programmable Logic Controller) 방식

(1) PLC의 정의

PLC(Programmable Logic Controller)란, 종래에 사용하던 제어반 내의 릴레이 타이머, 카운터 등의 기능을 LSI(고밀도집적 회로, Large Scale Integrated Circuit), 트랜지스터 등의 반도체 소자로 대체시켜, 기본적인 시퀀스 제어 기능에 논리연산 기능과 수치연산 기능을 추가하여 프로그램 작성에 의해 쉽게 제어가 가능하도록 한 자율성이 높은 제어 장치이다.



<그림 3> PLC의 구조

미국 전기 공업회 규격(NEMA: National Electrical Manufacturers Association)에서는 “디지털 또는 아날로그 입출력 모듈을 통하여 로직, 시퀀싱(sequencing), 타이밍(timing), 카운팅(counting), 연산(calculation)과 같은 특수한 기능을 수행하기 위하여 프로그램이 가능한 메모리를 사용하고 여러 종류의 장치나 프로세서를 제어하는 디지털 동작의 전자 장치”로 정의하고 있다.

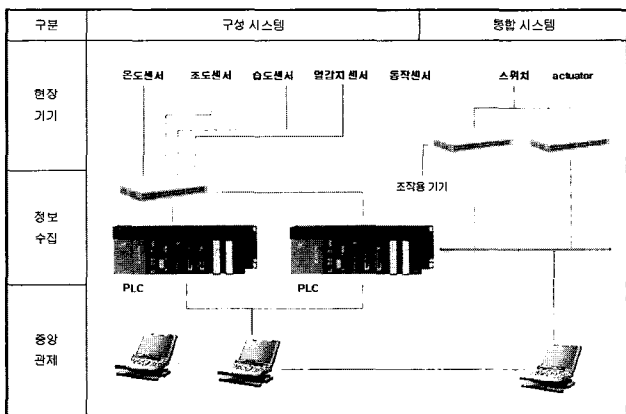
(2) PLC의 개요 및 특징

PLC의 출현은 1968년 General Motor사에서 가공 기계용 제어기를 운용함에 있어 컴퓨터를 잘 모르는 사람도 제어장치를 다룰 수 있는 방안을 모색하던 중 산업용 제어기기 장치에 대하여 다음과 같은 요구 조건들 발표한 것이 PLC를 출현 시키게 되었다. 1) 새로운 컨트롤러는 용이하게 프로그램 할 수 있고 수정도 쉬워야 한다. 즉, 조작 시퀀스를 용이하게 변경할 수 있고 현장에서도 실시할 수 있을 것. 2) 새로운 컨트롤러는 보수가 용이하고 수리가 가능할 것. 가능한 완전한 플러그인(plug-in) 방식을 기본으로 할 것. 3) 유닛(Unit)은 플랜트의 주 환경 속에서 릴레이 제어반보다 훨씬 신뢰성이 높은 조작능력을 갖고 있을 것. 4) 바닥 설치면적을 줄이기 위해서 릴레이 제어반보다 외형이 작을 것. 5) 유닛은 중앙 데이터 수집 시스템에 출력 데이터를 보낼 수 있을 것. 6) 유닛은 현재 사용하고 있는 릴레이식 및 반도체 제어반에 비해 가격이 타당한 것. 7) 전체 입력은 AC115V를 적용할 수 있을 것. 8) 전체 출력은 AC115V 에서 최저 2A 의 통전용량을 가지며 솔레노이드 밸브, 모터 스타터 및 이에 상응하는 것이 그대로 조작될 수 있을 것.14) 을 규정하고 있다.

따라서, PLC는 “논리연산, 순서조작, 시한, 계수 및 산술연산 등의 제어동작을 실행시키기 위해 제어 순서를 일련의 명령어 형식으로 기억하는 메모리를 가지고, 이 메모리의 내용에 따라 기계와 프로세스의 제어를 디지털 또는 아날로그 입/출력을 통하여 행하는 디지털 조작형의 전자장치”를 의미한다. 인력을 감소하기 위한 전자동화가 필수적인 PLC와 컴퓨터가 데이터를 교환하며, 순한 시퀀스처리와 비교연산 등의 고기능 명령 수행할 수 있고, 수Km 까지 떨어져 있는 대상을 제어 할 수 있어 산업 현장에서의 자동화, 능률화를 실현하고, FMS(Factory manufacturing system)에 따른 중규모 이상의 릴레이 제어반을 대체하는 효과에서 현재, 고기능 고속화의 추세로 소규모 공장 기계에서 대규모 시스템 설비에 이르기 까지 적용 범위가 확대 되고 있다.

<표 6> PLC와 Relay 제어반의 비교

구분	PLC	릴레이 제어반
제어방식	프로그램에 의해 제어되는 soft wired logic	부분간의 배선에 의한 logic이 결정되는 hard wired logic
제어기능	논리조합(AND, OR, NOT ...) 다수의 timer, counter shift register 산술 연산, 논리연산 전송	논리조합(AND, OR, NOT ...) timer 단순한 Free set count
제어요소	무접점 (고 신뢰성, 긴 수명, 고속제어)	유접점 (한정된 수명, 저속제어)
제어내용변경	프로그램의 변경만으로 가능	모든 배선의 철거후 재시공
보전성	유지 보수가 용이	보수 및 수리가 곤란
확장성	시스템 확장 용이 컴퓨터와 직접 연결하여 작업 정보 송수신 가능	시스템 확장 곤란 컴퓨터와 연결이 어려움
크 기	소형화가 가능	소형화가 어려움



<그림 4> PLC 에 의한 시스템 구성

오늘날의 PLC는 산업용 릴레이 제어반보다 우수하게 설계된 특수 목적의 컴퓨터로 다양한 제어가 가능한 제어시스템이다. PLC의 정확한 명칭은 PC(Programmable Controller)이나 PC가 개인용 컴퓨터와 혼동되어 우리나라에서는 일반적으로 PLC라 부른다.

4. 제어 시스템

4.1. 조명제어 시스템의 원리

좋은 조명 디자인은 적절히 조명제어가 가능한 방안을 포함하고 있다. 조명제어는 건축물 에너지절약 설계기준령 제8조 3항(2003년 1월 개정안). 조명설비 부분에 의하면, 「조명기구는 필요에 따라 부분조명이 가능하도록 점멸회로를 구분하여 설치하여야 하며, 일사광이 들어오는 창측의 전등군은 부분점멸이 가능하도록 설치한다.」, 군별 회로별 자동제어가 가능하도록 고시하고 있다.15)

제어의 기본 원칙을 다음과 같이 설정하고, 제어의 방식을 적용한다. 첫째, 용도별 제어 방식으로 공용부 공간인 복도, 화장실, 계단실, 사무실등 용도별로 구분하여 제어하며 각 공간별 독립적인 제어가 가능하도록 한다.

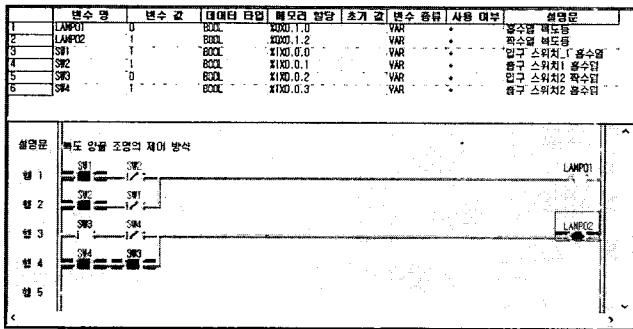
둘째, 계단실과 같은 비상등이 설치되어 있는 경우에는 상시

14)양호, 프로그래머블 로직컨트롤러(PLC)의 이론과 실습, 북두출판사, 1999, pp.3-4.

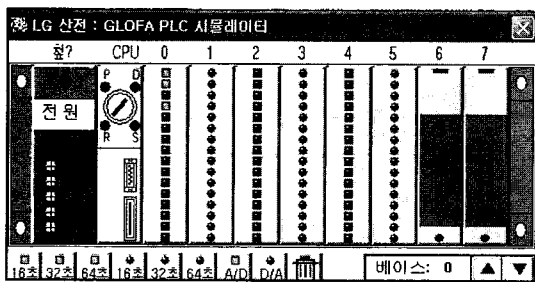
15)에너지관리공단, 에너지절약설계기준 해설서, 2005, p.109

점등 되어야 하는 부분으로 소등 상태를 파악하고 고장 및 광원을 교체할 수 있도록 관리 되어야 한다. 셋째, 설계상 방화구획으로 구분된 영역별로 제어 한다. 다섯째, 채광창과 인접한 조명기구는 별도로 제어하도록 한다. 단, 북측에 면한 공간은 남측에 면한 공간과는 구분하여 제어한다. 여섯째, 조명 제어는 조명기구에 연결된 스위치를 제어하도록 하여 자동 및 수동으로 모두 제어할 수 있도록 한다. 스위치 제어를 통한 제어 방법은 직접 조명기구를 자동으로 모두 점멸 시키는 방식보다 수동 점멸 방식과 병행하여 사용함으로써 배선을 줄이고, 그룹제어의 방식을 사용한다.

(1) 복도 및 통로의 제어

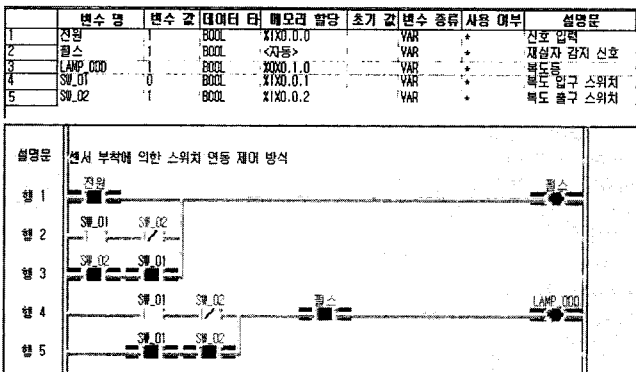


<그림 5> GMWIN 상태에서의 복도등 제어 방법



<그림 6> 복도등 제어의 시뮬레이션 운전모드

<그림 6> 에서와 같이 복도의 경우 등기구의 제어 구성은 격등 조명제어 방식과 자동 점멸에 의한 소등이 가능하도록 구성하며, 3로 스위치로 복도 양쪽 끝에서 수동으로도 점·소등이 가능 하도록 한다.

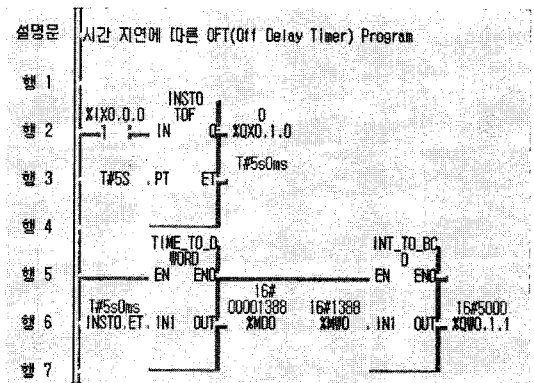


<그림 7> 복도의 센서 부착시 신호 감지

이때 센서를 부착하고 신호를 받아 줌으로서 스위치를 조절할 수 있다. 이 제어의 특징은 센서의 감지가 없거나, 고장으로 인한 전등의 작동을 방해 하지 않고, 수동 스위치(복도 양끝의 SW_01과 SW_02)의 작동과 병행하여 작동할 수 있도록 프로그램 되어 있는 것이 특징이다. 또한 신호(펄스)가 끊어질 경우에도 적절한 지연 시간을 지정하여 자동으로 소등시켜 줄 수 있다. 이때 펄스 블록 인스턴스(Function Block instance)¹⁶⁾의 TOF(Off-Delay Timer) 명령을 사용하여 5초간 지연시키는 프로그램이다.

(2) 그룹과 패턴 제어(Group & Pattern Control)

조명 제어시스템은 제어신호전달, 배선, 전원의 공급으로 구성된다. 재실 감지센서¹⁷⁾는 원적외선 방식(Passive infrared detector)로서 재실자를 감지하여 신호를 받아 제어한다.



<그림 8> 지연 시간의 적용 프로그램

<표 7 > 제어 장치 구성 및 기능

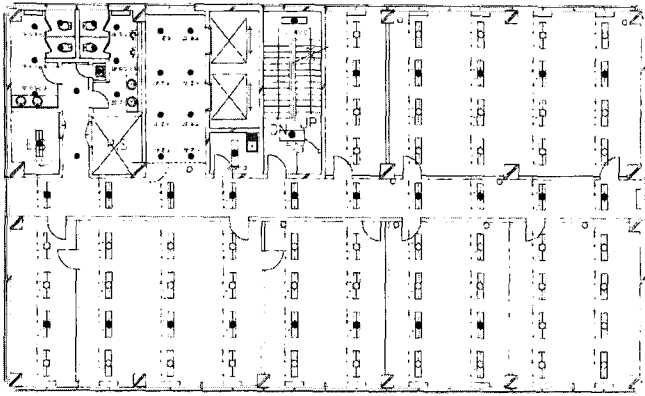
구성	센서 장치	논리 회로	전원 공급
기능	논리 회로에 정보를 전달	어느 정도의 빛을 공급할 것인지 결정	조명 시스템의 출력 변경

패턴이란 다수의 조명기구를 한꺼번에 내가 원하는 점소등(또는 디밍)상태로 만드는 것이다. 다수의 조명기구를 통제한다는 것으로는 그룹 스위치와 같으나, 패턴은 각각의 램프에 대한 점등(on)과 소등(off) 또는 조작 전 상태로 돌아가는 것(override), 결과 상태 지정이 가능하다는 점에서 그룹과는 다르다. 원하는 상태 즉 공간의 이용 상황에 따라 간단한 조작으로 조명을 구성하게 되는 것을 의미한다.

공간의 목적별이란 공간의 이용 상황으로 볼 수 있다. 예를 들면 청소, 출근, 점심시간, 회의, 응접, PC작업, 정밀작업, 퇴근, 순찰 등이다. 이것은 개별적인 공간에서 나타나기 때문에 지역 패턴(Zone Pattern)이라 하고, 정전패턴, 복전패턴, 창가소등, 최대수요전력제어패턴 등은 종합 패턴(Total Pattern)이라고 한다. 종합 패턴은 건물전체를 대상으로 동작 운영된다.

16) 함수 블록에 관련된 입, 출력 변수를 통합적으로 관리하기 위해 설정된 변수의 집합

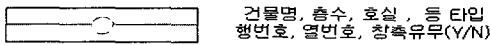
17) Helics 연선감지형 SHP-50W 모델의 천장 부착형의 경우.



<그림 9> 오피스 빌딩의 등기구 배치

다수의 조명기구를 원하는 상태로 만들기 위해서 하나하나 개별스위치로 지정 가능하다. 그러나 스위치 앞에서 청장을 쳐다보면서 조작하기 보다는 조명스위치를 목적별로 구성하는 것을 의미한다. 사무실에서는 다수의 전등을 제한된 스위치로 통제를 하므로 그룹이나 패턴을 사용한다.

목적별 구성 조명스위치는 스위치 표면에 용도를 표시해둘 수 있다. 패턴화 된 스위치는 연결된 조명램프의 전원을 통제하여 점등과 소등(또는 디밍)을 구현한다. 목적하는 상태, 원하는 점등과 소등 상태를 미리 스위치에 설정 해두고 편리하게 구현하는 것이 패턴(pattern)인 것이다. 패턴의 구현은 기구에 ID를 부여하며, 행번호는 숫자로, 열 번호를 알파벳으로 표시한다.



<그림 10> 등기구 ID 구성

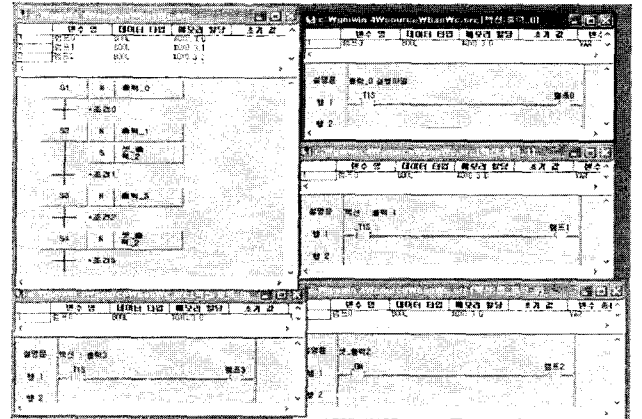
<그림 10>의 등기구 배치의 경우 각각의 등기구에 ID를 부여하고 호실과 행,열의 구분은 임대 오피스의 경우 칸막이의 변경이 자주 발생할수 있으므로 고유의 ID와 호실을 구분하고, 수정이 가능하도록 한다.

<표 8> 오피스 등기구의 ID 적용

건물명	행번호	열번호	창축구분	층수	호실	등타입
A동	1	D	N	3	복도	FL-40W x 2
A동	1	A	Y	3	301	FL-40W x 2
A동	1	B	N	3	301	FL-40W x 2
A동	1	C	N	3	301	FL-40W x 2
A동	1	D	N	3	301	FL-40W x 2
A동	2	D	N	3	복도	FL-40W x 2
A동	2	A	Y	3	302	FL-40W x 2

프로그램 스위치는 실별, 행 또는 열 번호 그룹으로 지정하여 패턴화 시켜 통제할 수 있으며, 중앙에서의 통제뿐 아니라 현장 제어, 초기화, 재 작동, 프로그램 시스템과 타 시스템의 연계 제어를 실행하게 된다.

변수명	데이터 타입	비유리 할당	초기 값	변수 종류	사용 대부	설명문
변수1	BOOL	X000.3.0		VAR	*	비상정프_0
2	BOOL	X000.3.1		VAR	*	비상정프_01
3	BOOL	X000.3.2		VAR	*	비상정프_02
4	BOOL	X000.3.3		VAR	*	비상정프_03
5	조건0	X100.0.0		VAR	*	상황_0
6	조건1	X100.0.1		VAR	*	상황_1
7	조건2	X100.0.2		VAR	*	상황_2
8	조건3	X100.0.3		VAR	*	상황_3
9	BOTo_S1	<자등>		<SFC Go To In1>		
10	TRANS	BOOL	<자등>	<SFC transio>		



<그림 11> 시스템의 연계 상황

5. 결론

건축물의 효율적인 사용과 에너지 절약의 측면에서 빌딩 자동화에 대한 분야는 다양한 기술의 개발로 확대 보급되고 있다. 통신망에 의한 연결된 PLC를 이용하여 센서의 신호동작을 프로그램에 의한 조명 제어 방식으로 공간의 변화에 따라 프로그램의 수정이 편리하고, 불필요한 에너지를 낭비를 방지하며, 냉난방 부하를 감소시켜주며, 편리한 사용과 유지 관리에 있어 가변적 운영 관리할 수 있도록 구성하였다. 앞으로 사용자 행태는 점등 스위치를 조작하는 행위가 줄어들고 스위치 자체도 사라질 수 있을 것으로 예상된다.

조명제어 시스템은 모듈별로 구성하여 공간이 새롭게 구획되거나, 용도의 변경에 의한 사용 패턴이 변경될 경우에도 유지, 보수, 점검, 수정이 용이한 프로그램 제어방식으로, 부분 제어에 있어서도 프로그램 모듈의 수정 또는 첨가만으로 제어가 가능하여 공간의 용도 변경도 쉽게 대응할 수 있다. 또한 빌딩내의 타 시스템과의 연계시켜 빌딩군과 같은 대형 건축물들의 통합적 관리 운영 뿐 아니라 중 소규모의 제어시스템에서도 쉽게 적용할 수 있어 건물의 유지관리 운영비용을 절감할 수 있다. 곧 시행될 건물 에너지 효율 등급 인증의 의무화에 대하여 대처할 수 있는 방안이라 할 수 있다. 현장 관리자와 이용자, 시스템 개발자가 함께 연구 진화시켜야 할 것이며, 각종 정보의 공유로 중복 투자를 피할 수 있다. 끝으로, 일부 건물에 조명시스템이 설치되어 있지만 단순하게 전원통제방식으로 운용을 되고 있다. 조명시스템에서 사용하는 여러 기능이 있지만 철저한 구성과 운영 없이는 효과가 반감 될 수 있다.

참고문헌

1. 양호, 프로그래머블 로직컨트롤러(PLC)의 이론과 실습, 복두출판사, 1999
2. 이경희·손주선·황원택, 인텔리전트 빌딩의 건축 정보 설비 시스템, 기문당, 2002.
3. 示村 掬二郎, 김상진 역, 자동제어란 무엇인가?, 성안당, 2006
4. 에너지관리공단, 에너지절약설계기준 해설서, 2005
5. Carlos A. Smith, Amando Corripio, Principles and Practice of Automation control, Wiley 2006, third Edition
6. LG 산전, GMWIN V4 사용 설명서, 2002.10
7. J. Schein, An information Model for building automation systems, Automation in construction 16, 2007
8. 김동조, 통합배선, 통합방법, 빌딩관리 시스템 및 IBS 구축 사례, 한국조명전기설비학회 11권 제3호 1997.6
9. 송규동, IBS 기술의 최근 동향과 구축사례 : 인텔리전트 빌딩의 조명설계 및 제어 기술, 한국조명전기설비학회, 제14권, 2호
10. 홍원표, 빌딩 자동화 시스템, 조명전기설비학회지 제12권 제3호, 1998.9
11. 홍원표, 빌딩 자동제어를 위한 개발 제어네트워크와 빌딩관리 시스템의 구현, 조명전기설비학회 제17권 제1호 2003.2
12. 박중순, 인텔리전트 빌딩화를 위한 시스템 구축에 관한 연구-리모델링을 중심으로-, 서울산업대학 산업대학원 석론, 2003
13. <http://www.aboutlightingcontrols.org/education/papers/introduction.shtml>
14. <http://kr.lsis.biz/>
15. <http://oee.nrcan.gc.ca/publications/infosource/home/intex.cfm>
16. <http://www.energydaily.co.kr>

<접수 : 2007. 7. 3>