

전기설비의 전기에너지 절약 운영기술 14

자료제공 : 기술연구팀 ☎ 02)875-6524

(가) 주광 센서에 의한 창가조명제어

낮시간에 창이 있는 장소에서는 주광의 입사로 제법 높은 조도가 얻어지면, 그의 정도는 기상조건이나 건물 및 창의 구조, 실내조건 등에 따라서도 변화한다.

따라서 변화하는 외광의 밝음을 실내에 설치된 주광센서로 검지하여, 창가에 있는 일정범위 내의 조명기구를 자동적으로 점멸 제어하여 전력절감을 도모하는 것이다.

자연채광에 의한 실내의 조도는 그림 3.7.3에서 나타내는 바와 같이 창으로부터 떨어짐에 따라서 저하한다.

그림 3.7.3에서 나타내는 바와 같이 인공조명의 설계조도를 E라 하면 주광으로 얻어지는 조도가 E/2이상의 범위 즉 1₁ 및 1₂까지의 인공조명을 소등하여도 그의 범위에서는 설계조도 E는 항상 유지된다.

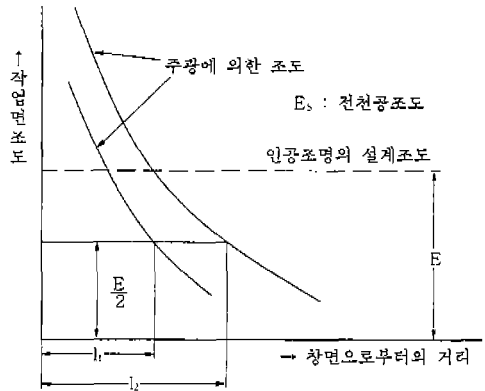


그림 3.7.3 실내로 입사하는 주광의 비율

(나) 창가조명의 소등제어

그림 3.7.4는 설계조도 500lx의 사무실을 상정한 경우의 소등될 수 있는 범위를 작도한 것이다.

주광센서의 설정레벨을 11,000lx, 22,000lx로 할 경우에는 전청공조도가 11,000~22,000lx에서는 창가 1열의 전등을 그리고 22,000lx 이상에서는 2열까지의 전등을 소등할 수 있다. 년간의 전력절감율은

$$\frac{\text{소등하는 기구수}}{\text{총기구수}} \times \text{년간 출현율} \times 100\%$$

로부터 구할 수 있다.

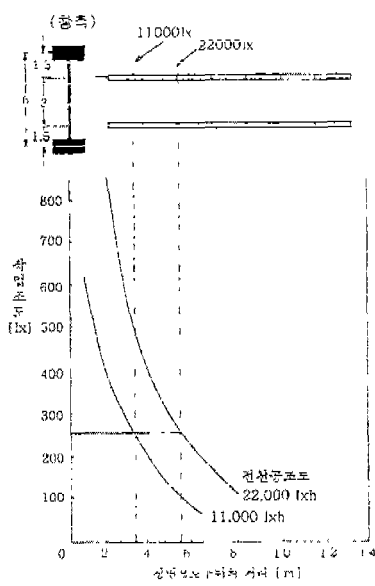


그림 3.7.4 실내로 들어가는 주광량과 소등라인의 관계

그림 3.7.5, 그림 3.7.6의 창가 조명의 소등제어의 경우는 연간 약 18%의 전력절감으로 된다.

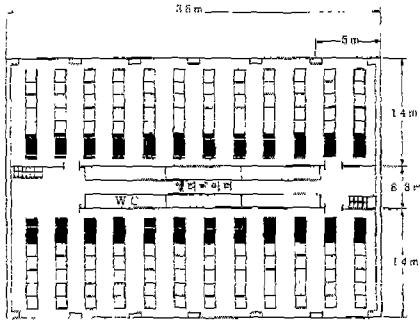


그림 3.7.5 창가조명 제1열기구 소등(연간출현율)

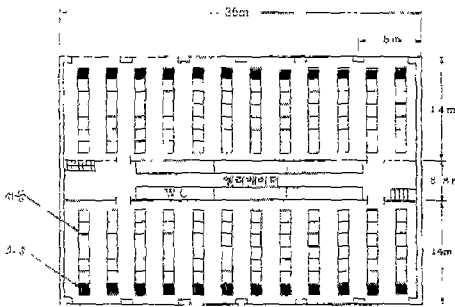


그림 3.7.6 창가조명 제1, 2열기구 소등(연간출현율)

(다) 창가조명의 감광제어

창가의 조명기구를 제어하는 경우, ON-OFF만으로는 밝음의 급변으로 불쾌감을 줄 염려가 있다.

감광을 함으로써 불쾌감을 적게 하고, 보다 더욱 전력을 절감시킬 수 있다.

그림 3.7.4에서, 전천공조도가 11,000lx 이상에서는 소등라인이 2열의 중간 부근이며, 소등할 수 없으나, 감광은 할 수 있다. (그림 3.7.8 참조) 똑같이, 전천공조도가 22,000lx 이상에서는 3열의 전등을 감광할 수 있다(그림 3.7.9 참조).

그리고, 년간의 전력절감율은

$$\text{전력절감율} = \frac{\text{소등하는 기구수}}{\text{총기구수}} \times \text{년간 출현율}$$

$$\begin{aligned} & \frac{\text{감광하는 기구수}}{\text{총기구수}} \times \text{감광시의 입력비} \\ & \times \text{년간출현율} \times 100\% \end{aligned}$$

로 구할 수 있다. 그림 3.7.8의 창가조명의 감광제어의 경우는 연간 약 25% 절약 절감이 된다.

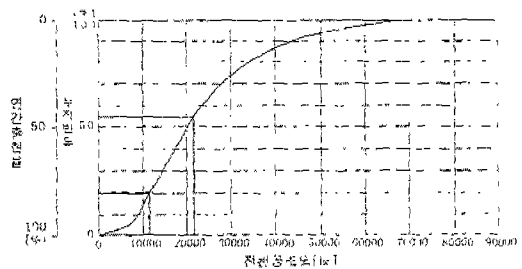


그림 3.7.7 연간 출현율

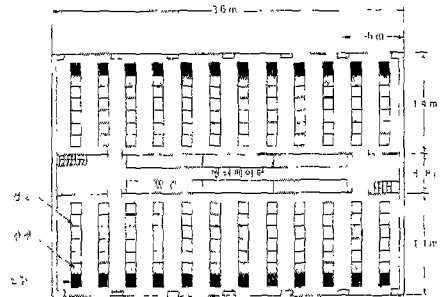


그림 3.7.8 창가조명 제 1열기구 소등, 제 2열기구 감광 (년간 출현율 80%)

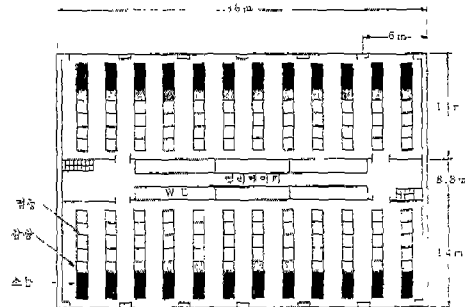


그림 3.7.9 창가조명 제 1, 2열소등, 제 3열감광 (년간 출현율 45%)

(라) 타임 스케줄에 의한 조명제어

사무용 빌딩, 공장 등의 사무소, 작업장에서는 일정한 스케줄로 작업, 생활이 이루어진다.

이 경우, 미리 설정된 프로그램에 의한 타임 스케줄에 의하여 조명제어를 시행하기가 가능하다.

조명제어는 사무소, 작업장의 사용상태에 따라서 전체 점등, 전체소등, 속음소등, 감광 50%등이 있으며, 적절한 타임 스케줄과 조명 제어상태는 전력절감을 초래한다고 생각된다.

① 1일 타임스케줄 제어

이 타임 스케줄은 1일간을 어떻게 조명제어 하는가를 설정 혹은 프로그램화하는 것으로 이 조명상태를 그림 3.7.10 (a), (b), (c)로 한 보기를 나타낸다.

그림 3.7.10 (a)는 일반 사무실의 조명을 1일의 타임스케줄로 점멸제어(전체 점등, 속음소등, 전체소등) 하는 것으로, 취업전 혹은 취업후는 일준비를 생각하여 속음소등하고 있다. 낮 점심 휴식에서는 모든 일이 중단되고 식사하기 위해 외출하기 때문에 전체 소등을 하고 있다.

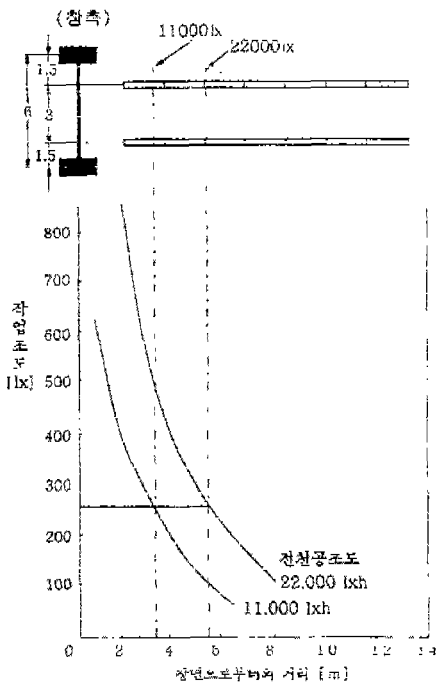


그림 3.7.10 타임스케줄에 의한 조명제어

이것은 사무, 작업 구역의 타임스케줄 조명

제어이지만 옥외조명, 엘리베이터 홀, 통로, 계단 등 또는 그의 일부는 별도의 타임 스케줄 조명제어로 하여야 한다.

그림 3.7.10에서 (b), (c)는 수퍼마켓, 점포의 타임스케줄 조명제어의 한 보기이다. 조명 제어는 감광제어(전체점등, 전체소등, 감광 50%, 감광20%)로 하고 있다.

개점전은 개점준비로 감광 20%, 손님이 적은 시간대는 감광 50%, 많은 시간대는 전체점등으로 타임 스케줄 조명제어가 설정되고 있다.

② 주간 스케줄 제어

사무소나 공장, 슈퍼, 점포 등에서는 일요일 휴일, 토요일 반일휴무가 있으므로 주간, 또는 월간, 년간의 스케줄제어가 필요하게 된다.

주간에서는 축제, 기념일, 임시휴일 또는 근무일이 생길 경우가 있으므로, 주간 스케줄은 쉽게 변경 또는 복귀할 수 있도록 배려한다.

③ 타임 스케줄 제어에 의한 전력절감

타임 스케줄 조명제어에 의한 전력절감은 그 조명설비의 관리상태에 따라서 크게 달라진다. 그림 3.7.10 (a)의 사무실의 조명제어 보기에 전체 점등시의 조명전력을 A(kW)로 하고, 타임 스케줄 제어를 하지 않을 때에는 취업전인 오전 7:30에는 조명은 점등되었다고 하고, 낮 점심휴식시에도 점등한 그대로이고, 그리고 취업후는 1시간 전체점등 하였다고 가정한다. 그 때 1일의 전력량은

$$A(\text{kW}) \times 10.5(\text{h}) = 10.5A(\text{kWh})$$

로 되며, 타임스케줄 제어에서는 취업전에

$$A(\text{kW}) \times 25(\%) \times 0.5(\text{h}) = A/8(\text{kWh})$$

취업중에

$$A(\text{kW}) \times 8(\text{h}) = 8A(\text{kWh})$$

낮 점심시간에, 0(kWh), 취업후에는,

$$A/8(\text{kWh}) \text{ 합계}$$

$$1/8 + 8 + 1/8 = 8.25A(\text{kWh})$$

로 된다. 그러므로 전력절감은

$$(10.5A - 8.25A) / 10.5A \times 100 = 21.4(\%)$$

로 되어, 조명의 제어관리가 이루어지면, 21.4(%)로 적어진다.

(마) 수동작에 의한 조명제어

타임스케줄 조명제어가 이루어지고 있는 사이에 임시로 전체조명 또는 부분조명의 제어상태를 바꿀 필요가 생긴다. 예컨대, 취업후의 잔업(부분조명을 점등하고 싶다) 취업중의 회의, 집회(부분 또는 전체조명을 소등 또는 감광하고 싶다) 등의 경우, 조명제어 상태를 타임스케줄 제어계로부터 끊어 버려서, 희망하는 임의의 시간, 조명제어상태를 바꾸어 놓아야 한다. 이것은 거기 있는 사람에 의하여 수동작으로 이를 수 있도록 하는 것이 타당한 방법이라 할 수 있다.

(바) 전체조명의 적정조도 유지제어

조명기구는 점등시간의 경과와 더불어 램프 광속은 떨어져서, 작업면의 조도가 떨어지지만 점등 불량인 램프의 교환방식에 따라서도 이 조도저하의 비율은 달라진다.

램프의 교환을 램프가 불량으로 되었을 때 램프를 그때마다 개별적으로 교환하는 개별교환방식으로 하였을 때, 이들의 특성에 따라 조도의 변화는 그림 3.7.11의 점선과 같이 되며, 램프의 평균 수명 이후도 개별교환방식으로 시행한다면, 그 이후는 거의 일정하게 된다.

한편, 램프나 조명 기구가 더러워짐에 따라서도 작업면의 조도가 떨어진다. 따라서 전기적인 청소를 시행함으로써 작업면 조도는 그림 3.7.11로 나타내는 톱날모양의 변화를 한다.

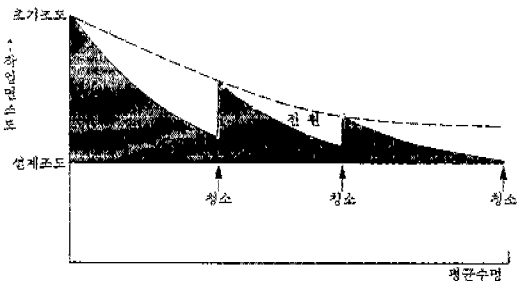


그림 3.7.11 작업면 조도의 변화

설비 초기는 이들의 조도저하를 감안한 계수, 즉 보수율을 곱해서 설계되어 있다.

그림 3.7.11의 사선부분은 밝음인, 설비초기 또는 조명기구의 청소후에서의 설계조도 이상의 밝음을 감광함으로써 항상 실내조도를 일정하게 유지하고, 여분의 밝음을 제어하는 것이다.

(2) 조명제어 시스템의 보기와 용도

조명제어시스템은 조명설비의 규모, 예컨대 조명기구의 종류, 수량, 피조명구역의 용도, 설계조도, 조명구역의 수, 창으로부터의 주광입사 등으로 결정된다. 시스템의 설비비는 시스템으로 달성한 전력 절감요금으로 얼마나 빠르게 상각할 수 있는가가 판단된다(상각은 2~5년 정도가 일반적이다).

(가) 주광센서, 메커니컬 타이머 및 수동조작이 있는 시스템

ON-OFF 제어방식의 구성예이며, 주조작반은 주광센서 신호를 수신하고, 고조도 레벨과 저조도 레벨을 감지하는 주광센서 수신제어부, 메커니컬 타이머와 수동조작 스위치를 내장한다.

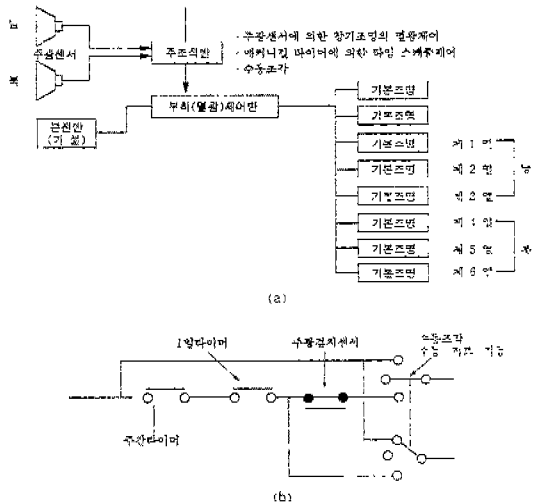


그림 3.7.12 시스템의 예

이 시스템은 간단한 시스템의 예이며, 주광센서는 주광을 감지하여, 저조도 레벨 감지로 창가조명의 제 1열을 소등하고, 고조도 레벨 감지로 제 2열을 소등한다.

메커니컬 타이머는 1일과 주간 타이머로 전체 조명의 타임스케줄 제어를 하고 있으며, 이들 제어의 최하위에 몇 개의 분기된 수동스위치(점등-소등-자동)를 설치하고 있다(그림 3.7.12(a)참조).

주광센서 감지신호, 타이머 신호, 수동조작의 관계는 그림 3.7.12(b)와 같은 시퀀스로 되어 있다.

다음호에 계속됩니다

VCB의 연면 방전사고

지난 2001년 7월호에 이어 연재합니다.



전명수 [No.45]
일렉컨설팅 대표
TEL (02)554-8787
018-212-4848



김정철 [No.24156]
(재)한국천도기술공사
(주)태정시스템 고문
TEL (02)525-6473

※ 2001.7호의 일부분을 수정합니다.
-55쪽 좌하위 7째줄 중간 "케이블 길이"를 "케이블 종류"로
-56쪽 우하위 5~6째줄 "피뢰기 동작개시전압을"을 "피뢰기들"로

피뢰기의 전압에 대한 사항

격전압(Rated voltage) :
27KV이상으로 가장 가까운 전압으로 할것
동작개시전압(Critical operation voltage):
 $26.75 \times 2 = 37.8KV$ 이상으로 이에 가장 가까운 전압으로 할 것
제한전압(Residual voltage):
 $125 \times 0.8 = 100KV$ 이하일것
공칭방전전류(Normal discharge current):
5KA 또는 10KA

계산 근거

Arrestor의 선정에 있어서 중요한 요소는 정격 전압, 동작 개시전압 및 제한 전압인바 IEC99에 특히 증성점 비접지 또는 저항 접지 계통에서 가장 신중이 고려하여야 할 점은 일선 지락시 건전상에 발생하는 지속적 이상 전압상승으로 인하여 누설전류로 피뢰기가 열폭주하지 않도록하기 위하여 피뢰기의 정격 전압은 지속적 이상 전압보다 높게 정하도록 권고하고 있다. 이에 따라 피뢰기의 정격을 다음과 같은 계산에 의하여 정하였다.

1. 계통 정상 Impedance

한전 정상 Impedance $\%Z_{S1} = 0.244 + j1.096$

영상 Impedance $\%Z_{S2} = 0.34 + j2.065$

자체 설비

송전선로

정상 Impedance $\%Z_{11} = 0.088 + j0.6006$

변압기 Impedance

$\%Z_{11} = 0.434 + j9.283$ at 3MVA

100MVA 환산 impedance는

$$\%Z_{TR} = \frac{100}{3} \times (0.434 + j9.283)$$

$$= 14.4667 + j309.4333$$

$$Z = \frac{10 \times 22^2}{100 \times 1000} (14.4667 + j309.4333)$$

$$= 0.7002 + j14.9766 [\Omega]$$

따라서 Total 정상 Impedance는

$$Z = 14.7987 + j311.9939 \%$$

Ohm으로 환산한 정상 impedance는(22K 기준)

$$Z_1 = \frac{10 \times 22^2}{100 \times 1000} \times (14.7987 + j311.9939)$$

$$= 0.048(14.7987 + j311.9939)$$

$$= 0.7163 + j15.1005 [\Omega]$$

2. 22KV 기준 영상 Impedance

① Reactor를 설치하지 않았을 때
 GTR의 Impedance는 antlgkaus
 $Z_v = 42[\Omega]$ 변압기 ZTR
 $= 14.4667 + j309.4333\%$ on100MVA
 cable 1^c-60mm²
 $R = 0.389 \Omega / km, \omega L = 0.175 \Omega / km,$
 $C = 0.21 \mu F, \omega C = 0.0801 \times 10^{-4} mho / km$ 따라서

$$Z_0 = \frac{1}{\frac{1}{3 \times 42} + j377 \times 0.21 \times 4 \times 25 \times 10^{-4}}$$

$$= 63.1550 - j62.9998[\Omega]$$

② Reactor를 설치했을 때
 $Z_0 = 3 \times 42 = 126[\Omega]$

3. 22KV한 선로의 정상 Impedance

케이블사양이 $R = 0.389 \Omega / km,$
 $\omega L = 0.175 \Omega / km,$ 임으로
 $Z_1 = (0.389 + j0.175) \times 25 = 9.725 + j4.3750[\Omega]$

4.1선 지락시의 건전상의 전압 상승 최고치 및 최대 지락 전류

① Reactor 미 설치-Cable 말단 지락시의 전압 상승

$$V_C = \frac{(a-1) \cdot Z_0 + (a-a^2) \cdot Z_2}{Z_0 + Z_1 + Z_2} =$$

$$\frac{(-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} - 1) \cdot (63.1550 - j62.9998) +}{63.1550 - j62.9998 +}$$

$$\frac{(-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} + (-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2})) \cdot (10.4413 + j19.4755)}{2 \times (9.725 + j4.375 + 0.7163 + j15.1005)} \times \frac{22}{\sqrt{3}}$$

$$V_c = 2.0921 \times \frac{22}{\sqrt{3}} = 26.57KV$$

② Reactor 미 설치-변전소 모선 지락시의 전압 상승

$$V_C = \frac{(a-1) \cdot Z_0 + (a-a^2) \cdot Z_2}{Z_0 + Z_1 + Z_2} =$$

$$\frac{(-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} - 1) \cdot 126 + \{(-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}) - (-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2})\}}{126 + 2 \times (10.4413 + j19.4755)} \times \frac{E}{\sqrt{3}}$$

$$= 21.13KV$$

⑤ Reactor 설치시의 최대 지락 전류-Cable 말단 지락시

$$I_G = \frac{3 \times E_a}{Z_0 + Z_1 + Z_2}$$

$$= \frac{3 \times E_a}{126 + 2 \times (10.4413 + j19.4755)} = 250.8[A]$$

위의 계산에 따르면 1선 지락시의 전압 상승은 물론 지락 전류에 있어서도 Reactor를 설치하지 않았을 때 Cable의 Feeder말단에서 지락이 발생하였을때가 최악의 상태임을 알 수 있으며 그 Data를 정리하면 다음과 같다.

최대 전압 상승 26.57[KV]
 최대 지락 전류 432.93A[A]

따라서 이에 대응하기 위한 피뢰기의 전압 사양은 다음과 같이 결정한다.

정격전압(Rated voltage):

26.75KV이상

동작개시전압(Critical operation voltage):

$26.75 \times 2 = 37.83KV$ 이상

제한전압(Residual voltage):

$125 \times 0.8 = 100KV$

공칭방전전류(Normal discharge current):

5/10KA

참고자료

1. 현장실무를 위한 전기기술(기다리출판)
2. 전기설비 기술계산핸드북(외제편집위원회)