

고효율 LED를 이용한 유도등의 원격제어에 관한 연구 A Study on the Remote Control for Exit Sign Using High Efficiency LED

백동현[†] · 홍석표^{*}

Baek, Dong Hyun[†] · Hong, Sug Pyo^{*}

경원전문대학 소방안전관리과 교수

*유신폴렌테크 대표이사

(2002. 02. 27. 접수/2002. 05. 25. 채택)

요 약

유도등은 일정한 조도를 가지고 상용전원에 의하여 항상 점등되어 있어야 함으로 전력소비 및 광원 교체 등 경제적 손실과 관리상의 문제가 있게 된다. 본 논문은 이제까지 광원으로 사용하고 있던 형광등이나 백열전구 대신에 소비전력이 적은 고효율 발광다이오드를 사용하여 전력소비의 절감과, 점검시의 문제점을 개선하기 위해 원격제어가 가능한 새로운 유도등회로를 제안하고 실험한 것이다. 그 결과 원격제어 스위치에 의한 유도등 점등을 제어각의 범위에서 쉽게 제어할 수 있었으며 반응시간은 600[μ s]로 매우 빠르게 동작하였다. 또한 출력 상승시간(Rise time)과 하강시간(Fall time)은 최대 200[ns]로 예민하게 반응하였다. 광원으로 고효율 발광다이오드를 사용함으로써 광원을 교체해야 하는 등의 문제를 제거하였으며 전력소비를 감소시킬 수 있음을 확인하였다.

ABSTRACT

In the normally, exit sign is always lighting on status by the connected to normal electrical source. So, there are happened to rise of the economical cost such as power consumption, maintenances and repair replacement of lamp etc. This paper are study on the new exit sign circuits by using high efficiency LED that is available for remote control and reduceible to power consumption, maintenance cost by the way of compensation fluorescent and incandescent lamps. As a results on the study, exit sign lamp is capable of control and supervisory in trigger angle by the remote control switch, widely and easily. And then, the response time was very fast in 600[μ s] and also it can be find that the rising and fall time of oscillate circuit is maximum 200[ns] as high sensitively. Finally, it obtain to the result that reducible of electrical power consumption and not required for replacement of lamp by using the high efficiency LED lighting source.

Keywords : Exit sign circuits, High efficiency LED, Remote control

1. 서 론

피난설비의 하나인 유도등은 모든 소방대상물에 설치되어 화재발생시 건축물의 재실자가 피난구가 있는 곳까지 안전하게 대피할 수 있도록 유도시키는 설비이다. 이를 위해 광원을 사용하여 화재에 의한 연기속에서도 일정한 조도를 유지할 수 있어야 하며 설치위치에 따라 구분하여 설치하도록 하고 있다. 또한 유도등

은 정상상태에서는 상용전원에 의하여 항상 점등되어 있어야 하며 상용전원이 차단되는 경우에는 비상전원으로 자동 절환되어 점등되게 하여야 한다.¹⁾

유도등은 항상 점등되어 있어야 하므로 전력소비가 많아 경제적 손실이 크게 될 뿐만 아니라 광원을 교체해야 하는 등 관리상의 문제도 대두되게 된다. 전력소비를 감소시키기 위해서 3선식 배선으로 지하층을 제외한 소방대상물의 각 층은 소등되도록 하고 지하층만 점등되어도 되도록 하고 있다.

3선식 배선이 전력소비를 절감할 수 있는 방법의 하

[†]E-mail: dhbaek@kwc.ac.kr

나이나 근래 유도등 자체의 광원 변경이나 상용전원을 사용하지 않는 방법등 에너지 절약을 위한 연구가 시도되고 있다.²⁾

전원을 상용전원이 아닌 축전지나 태양에너지를 사용하는 방법 및 광원을 면광원이나 고효율 발광다이오드를 사용하는 방법은 모두가 상용전원에 대한 전력 소비를 감소시켜 에너지를 절약하기 위한 것이다. 그러나 유도등설비의 특성상 평상시에 정상작동 유무를 확인하지 않으면, 화재발생시 그 기능을 최대한 발휘할 수 없으며 그 역할이 무의미해지게 된다. 그러므로 출입문 상단에 설치하는 피난구 유도등은 점검 스위치를 유도등 외부에 부착하여 점검할 수 있도록 하고 있다. 그러나 복도등의 출입문에 설치된 유도등은 설치높이 때문에 평상시 점검이 불편하고, 보행자들의 장난으로 인해 스위치가 쉽게 고장나는등 관리상의 어려움이 있다.

특히 소방제품은 성능보장이 최우선되어 화재발생시 그 기능을 확실하게 할 수 있어야함에도 평상시 관리가 되지 않아 화재시 그 본연의 기능을 하지 못하는 경우가 대부분이다. 이제까지 광원으로 사용하고 있던 형광등이나 백열전구 대신에 소비전력이 적은 고효율 발광다이오드를 사용하여 전력소비나 요금을 절감할 수 있도록 하는 방법을 제안하고자 한다.

또한 점검시의 문제점을 보완하기 위해 원격제어가 가능한 유도등시스템을 구성하여 실험하고 그 타당성에 대해 논하고자 한다.

2. 기존 유도등의 구성과 동작

유도등의 광원으로 백열등이 아닌 형광등을 사용하는 경우 점등관(Glow stater) 및 안정기를 사용하여 점등시키도록 되어 있으며 Fig. 1은 이의 블럭도이다.

Fig. 1에서 실선은 상용전원 공급시 유도등의 동작 상황을 나타낸 것으로 전원이 입력되면 정류전압이 비상전원인 예비전원에 충전되게 되며 안정기를 통해 유도등이 점등되게 된다. 점선은 정전시 비상전원에 의한 유도등의 동작상태를 나타낸 것으로 상용전원이 차

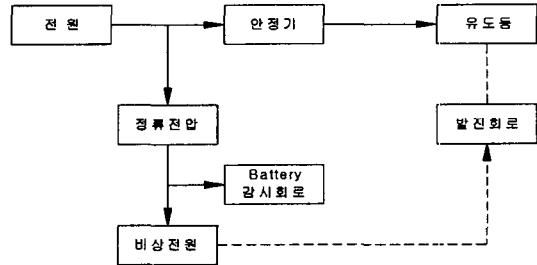


Fig. 1. The existing emergency block diagram.

단되면 평상시 충전되었던 비상전원이 발진회로를 통해 교류전원으로 변환되어 유도등을 점등하게 된다.

3. 형광등식과 LED식 유도등의 성능비교

Table 1은 소형 유도등의 형광등식과 LED식의 전력 소모량과 예비전원 용량에 대한 비교이다. 광원을 점등하였을 경우 형광등식 유도등에서 절전형은 안정기식에 비해 2배의 전력을 절감할 수 있으며 LED식은 약 6배의 전력소비를 절감할 수 있음을 알 수 있다.

상용전원이 차단되는 경우 사용해야 하는 예비전원 용량이 LED식 유도등은 형광등식에 비해 1/2로 적게 됨을 알 수 있어 전원용량을 적게 할 수 있는 장점이 있다. 사용시간에서도 형광램프의 수명시간이 약 4,000 시간이나 LED식 유도등은 반영구적으로 사용할 수 있으므로 A/S나 광원의 교체가 필요없게 되는 장점이 있다. 이는 관리상의 어려움을 제거한 것으로 그 파급효과가 클 것이나 광원으로 사용하는 고효율다이오드의 가격이 고가이므로 제품의 가격이 높아진다는 단점이 있다.

4. 회로구성 및 동작

화재발생시 피난을 유효하게 하는 유도등은 정류회로 및 전원절환회로, Switching circuits, Oscillation circuit, Remote control circuits, 충전회로와 Indicator,

Table 1. Rate of electric power consumption and standby power supply capacity comparison

유도등의 종류	형광등식(안정기식)		형광등식(절전형)		LED식	
	입력전류	입력전력	입력전류	입력전력	입력전류	입력전력
광원소등(만충전)	17 mA	2.6W	7 mA	0.9W	.	.
광원점등(만충전)	226 mA	16.6W	50 mA	8.8W	25 mA	2.6W
예비전원용량	3.6V 1,200 mA		3.6V 1,200 mA		4.8V 600 mA	

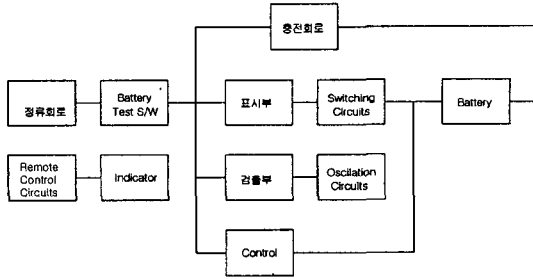


Fig. 2. System block diagram.

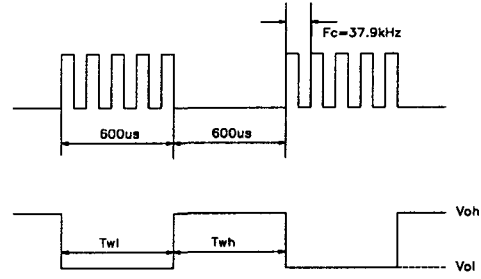


Fig. 4. Output waveform of transmitter and receiver module.

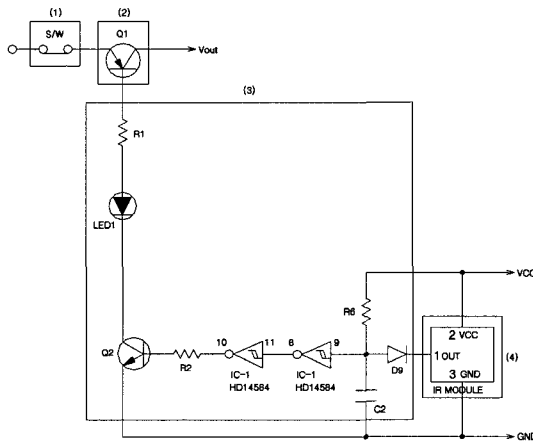


Fig. 3. A/M Cut circuits of voltage.

표시부, 검출부로 구성되며 Fig. 2는 실험을 위한 블럭도이다.

4.1 정류회로 및 전원 절환회로

Power Transformer는 AC 220V를 7.5V로 변환하여 효율이 좋은 Bridge 정류회로를 사용하여 전파정류 하였다. Fig. 3은 전원 절환회로(A/M Cut circuits of Voltage)이다. 이는 전압을 자동 또는 수동(Auto/Manual)으로 절환할 수 있을뿐만 아니라 유도등을 점검하는 원격제어장치를 이용하여 유도등의 정상유무를 확인하는 수광장치이다.

스위치 S/W는 예비전원의 정상동작 여부를 확인하기 위한 점검용 스위치이다. 자동복귀형 스위치를 사용하여 평상시에는 전원을 도통시키고 있다가 점검을 위해 인위적으로 눌렀을 때에만 회로를 차단한다.

TR Q₁은 전자적인 동작을 위한 스위치로 예비전원의 정상동작 여부를 확인하기 위한 점검용 스위치이다. 일반적으로 유도등의 점검은 외함 외부에 있는 스위치를 이용하는 경우가 대부분이다. 그래서 높은 곳

에 설치되어 있는 유도등의 점검은 그 자체로 어려울 경우가 많다. 따라서 이 스위치의 역할은 유도등의 점검을 간편하게 원격제어하는 데에 그 목적이 있다.

4.2 Remote Control Receiver Module

이는 Remote 장치를 이용하여 유도등을 점검하는 수광장치로 유도등을 상용전원이 아닌 예비전원으로 점검이나 점검을 위해 원격 Remote switch로 회로를 동작시키기 위한 것이다. 회로의 동작은 멀리서 제어하는 리모트 신호의 주파수를 받아 ON/OFF를 제어하는 모듈로 평상시에는 High상태로 전자 스위치를 ON시켜 주고 있다. 그러다가 점검을 위한 외부 Signal이 입력되면 Low가 되어 전자 스위치를 차단하게 된다. 이 때 원격제어 신호 스위치와 유도등의 거리는 2m 이내에서 정확히 동작이 가능하며 최대 6m 거리에서도 동작시킬 수 있다. 그러므로 점검을 쉽게 할 수 있으며 장난으로 인한 점검스위치의 고장을 방지할 수 있다.

Fig. 4는 변환기와 Remocon module의 출력파형이다. 이 때 V_{oh}는 High Level시의 출력전압을, V_{ol}은 Low Level시의 출력전압으로 최대 0.4V로 하였다. 또한 T_{wh}는 High Level시의 Pulse폭을, T_{wl}는 Low Level시의 Pulse폭을 나타낸다. 회로소자의 특성은 최대 800µs, 최소 400µs로 할 수 있으나 600µs로 실험하였다.

4.3 LED Indicator 및 발진회로

Remote Control Receiver Module에서 슈미트 트리거의 입력전원에 High가 공급되면 그 신호를 그대로 전달하고, Fig. 3의 TR Q₂를 상시 ON시켜 전자 스위치 Q₁을 ON시키며, LED₁을 계속 점등시키므로 AC전원이 정상상태임을 표시한다.

그러나 점검 신호가 입력되면 반대의 동작을 행하여 Q₁과 Q₂는 OFF되고 표시램프 LED₁은 소등상태가 된

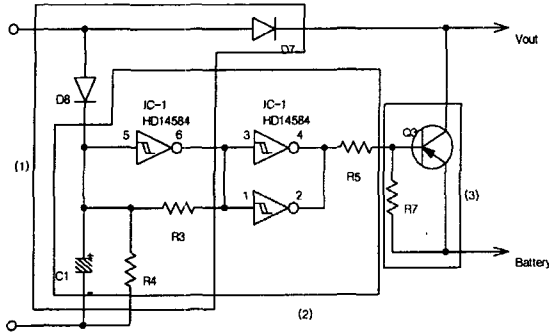


Fig. 5. LED indicator and oscillation circuit.

다. 또한 상용 AC전원이 정상일 때는 예비전원은 만 충전 상태를 유지하고 있으나 AC전원에 이상이 발생되어 전원이 차단되는 경우나 점검시에는 예비전원으로 유도등을 점등시켜야 한다.

상용전원이 정상상태에서는 Diode D_8 을 통해 입력된 전원은 High상태를 유지한다. 따라서 TR Q_3 의 Base는 High상태로 유지되게 되므로 TR Q_3 는 항상 OFF되어 있어 예비전원에서의 출력을 차단시켜 주게 된다. 그러나 정전이나 화재가 발생되어 상용전원이 차단된다거나 점검에 의해 상용전원이 차단되면 Diode D_8 을 통해 입력되던 전원이 Off되면서 IC입력은 Low로 되기 때문에 TR Q_3 는 ON되게 된다.

이를 위해 MC14584 HEXSCHMITT Trigger를 사용하였으며 출력 상승시간(Rise time)은 입력전압이 5V일 때 최대 200 ns이며 출력 하강시간(Fall time)도 최대 200 ns로 하였다.

Fig. 6에서 Double전압 사용시에는 V_{DD} 는 +5V, V_{SS} 는 -15V이며 Single전원 사용시에는 V_{DD} 는 ZeroV, V_{SS} 는 +15V이나 본 실험에서는 V_{DD} 는 +5V, V_{SS} 는 -ZeroV가 된다.

그러므로 V_{T+} 가 인가될 때에는 OFF, V_{T-} 가 인가될 때에는 ON이 된다. 이 때 C-MOS IC는 예비전원으로

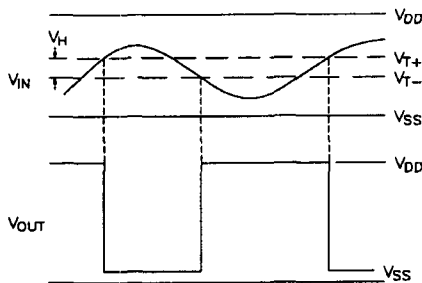


Fig. 6. Fall time and slow rate.

부터 전원을 공급받고 있기 때문에 IC-1은 ON/OFF를 반복하게 되며 ON/OFF 주기는 C_1 과 R_4 의 시정수에 따라 조절한다. 이를 이용하여 예비전원으로 점등시 유도등을 점멸 시킬 수 있으며 이로부터 예비전원이 동작하고 있다는 것을 알 수 있다. Power Source의 Switching은 Oscillation Circuit에서 슈미트 트리거에 의해 Q_3 가 제어되면 유도등의 전원은 예비전원으로 전환된다. 이 Q_3 는 상용전원의 상태에 따라 예비전원으로 대체 시켜주는 자동절환스위치의 역할을 한다.

4.4 총 · 방전회로

제어회로의 전력은 Diode D_5 , D_{10} 과 Condenser C_3 를 이용하여 IC에 전원을 공급한다.

이 때 상용전원 또는 예비전원으로부터 전원을 공급받아 제너다이오드 ZD_1 으로 정전압을 만들어 안정적인 전압을 상시 공급한다.

방전에 의한 자동절환(Auto Cut Of Discharge)은 유도등 점등시 과방전으로부터 예비전원을 보호하기 위한 회로이다.

Battery는 과방전을 반복하면 성능에 치명적인 해를 가져온다. 따라서 자연방전에 가까운 방전을 제외한 부하에 의한 소모로 일정전압이 되면 자동으로 회로를 차단함으로써 방전을 제한하여 준다. 방전을 차단하는 시점은 Battery의 일반적인 광속표준 전압인 1.1/cell을 기준으로 한다. TR Q_4 이후의 전압을 체크하여 차단전압에 이르면 Q_5 가 Off되어 방전을 중지한다.

Fig. 7에서 예비전원(Recharge Battery)은 유도등의 보조전원이며 주전원으로 사용하여서는 안된다. 따라

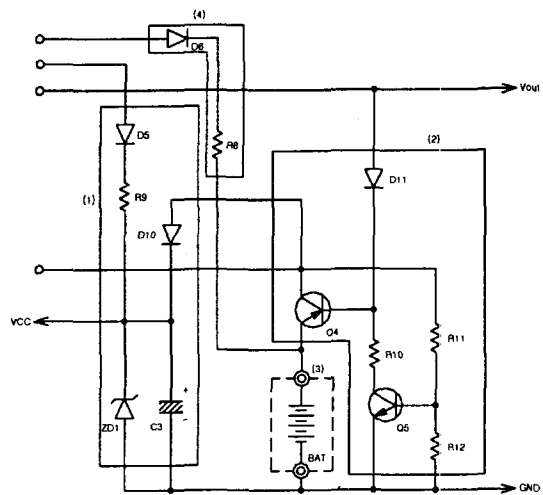


Fig. 7. Recharge/discharge control circuit.

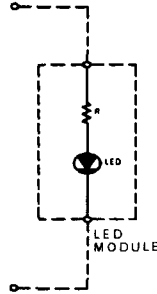


Fig. 8. EXIT LED module.

서 상용전원에 이상이 발생된 경우에만 자동으로 전환되어 유도등을 점등하고 상용전원이 복구되면 자동으로 이전 상태로 복구하여야 한다.

4.5 유도등 표시부

유도등의 표시부는 Fig. 8과 같이 구성하였으며 형광등 대신 고효율 LED 15개를 병렬로 접속한 Module이다. 일반 LED와 고효율 LED의 소비전류는 비슷하나 구동전압은 일반 LED가 2V인 반면 실험에 사용한 LED는 3.5~4.8V로 회로 구성이 용이하다.

광원으로 고효율 LED를 사용하는 것은 형광등이나 백열전구를 사용하는 경우에 비해서 수명이 반영구적이기 때문에 광원의 교체가 불필요하며 전력소모가 적어 경제적이다.

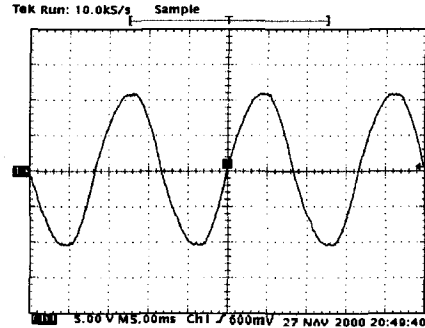
이와 같은 방식은 현대의 인텔리전트 건물에 부합되어 인테리어와의 마찰을 최소화할 수 있으며 경제성이 높아 신개념의 유도등을 만들 수 있다.

5. 실험 및 고찰

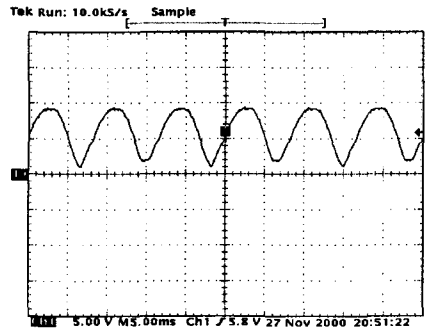
본 연구를 위한 실험은 정류회로, Switcing circuits, Oscillation circuit, Remote control circuits, 충·방전회로와 Indicator, 표시부, 검출부로 구성하였다.

정류회로는 Diode 4개로 전파정류하였으며, 전원을 절환할 수 있는 Switcing circuit는 예비전원의 정상동작여부를 확인하고 점검에 이용할 수 있게 자동복귀형 스위치를 사용하였다. 또한 원격신호를 수신할 수 있는 IR MODULE과 이 신호를 변환하기 위해 HEX Summitter를 적용하였으며 TR을 이용하여 스위치로 동작하도록 하였다.

Oscillation circuit는 Double전압 사용시와 Single전압 사용시를 구분하고 Summitter의 출력을 High와 Low전압으로 제공할 수 있도록 하여 점검시 상용전원이 차단됨으로 예비전원으로 절환시켜 주도록 하였다.



(a) 전원파형



(b) 정류파형

Fig. 9. Waveforms of rectifier circuit.

Remote control circuits는 Remote장치를 이용하여 유도등을 점검하는 수광장치이며 사용된 센서는 최소 2m에서 최대 6m의 거리에서 동작할 수 있도록 하였다.

충·방전회로의 충전은 트리클충전방식을 사용하여 자기방전량만 충전할 수 있도록 하였으며 방전은 Battery의 광속표준전압을 차단하는 시점을 기준으로 하였다. Indicator 표시부는 Remote control Receiver Module에서 입력되는 신호를 그대로 전달한다.

Fig. 9의 (a)는 정류회로의 전원 입력파형이며 (b)는 정류파형이다.

Fig. 10은 상용전원이 정상상태인 경우의 Summitt Trigger 동작파형으로 파형 1은 IC₁인 HD-14584가 ON하였을 경우에 핀 10에서 출력되는 파형이다. 콘덴서 용량은 정류효율보다는 제품의 원가절감에 비중을 두어 100 μF의 것을 사용하였기 때문에 파형의 평활이 완전히 이루어지지 않았다. 파형 2는 IC₁인 HD-14584가 OFF하였을 경우에 11핀의 입력 즉 8에서 출력되는 파형이다.

Fig. 11은 Remote Control 신호의 입력여부에 따른 파형을 비교 한것이다. (a)는 리모콘 신호가 없을 경우

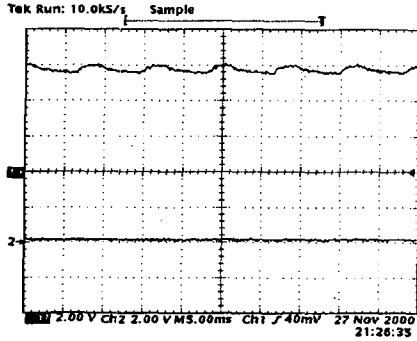
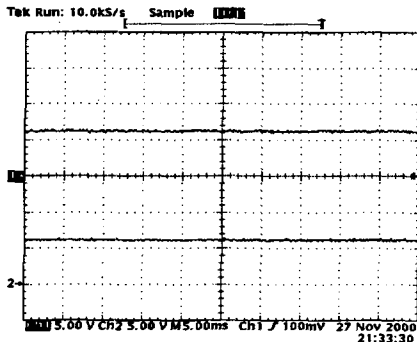
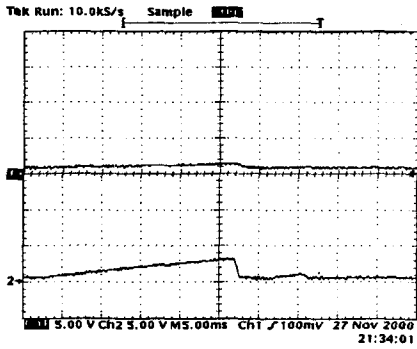


Fig. 10. Operating waveform of summitt trigger circuit.



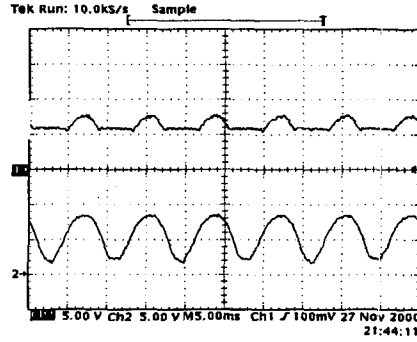
(a) 리모콘 신호가 없을 경우



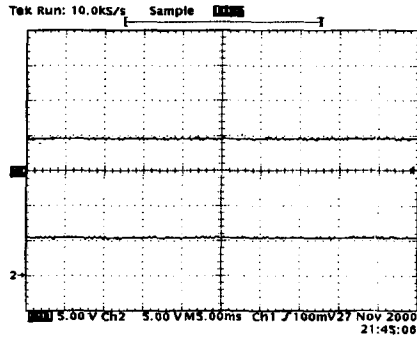
(b) 리모콘 신호가 있을 경우

Fig. 11. Waveform for remote control signal.

로써 상용전원이 공급되고 있는 상황이다. 1의 파형은 Summitt Trigger circuit의 출력에 의해 High를 유지하고 있어 유도등이 정상적인 동작을 하고 있음을 알 수 있다. 2의 파형은 리모콘 IC의 출력으로 외부신호가 없어 출력이 High를 유지하고 있음을 알 수 있다. (b)는 유도등의 정상 작동여부를 점검하기 위해 리모콘으로 신호를 가했을 경우의 파형이다. 외부신호가 입력되자마자 Summitt Trigger회로의 리모콘 IC의 출력



(a) 정상시의 출력파형



(b) 이상시의 출력파형

Fig. 12. Waveform of Q₃ base.

이 OFF된다. 따라서 Summitt Triger의 출력이 1V로 떨어져 OFF된다. 2의 파형으로부터 2ms에서 외부신호가 입력되어 2.5ms에서 정상상태로 동작됨을 알 수 있다.

Fig. 12는 TR Q₃의 Base 파형이다. 교류전원이 정상시에도 Battery전원을 공급하기 위한 전원이 TR Q₃의 Base에 High상태이므로 TR Q₃는 OFF상태가 된다.

(a)는 상용전원 정상시의 출력파형으로 2의 파형은 출력으로 교류전원의 전파정류된 값이 그대로 출력에 공급되고 있음을 알 수 있다. (b)는 상용전원이 차단되어 TR Q₃의 Base전압보다 Battery전압이 높기 때문에 이 전압으로 출력측에 전원을 잘 공급하고 있음을 알 수 있다.

6. 결 론

본 논문은 이제까지 광원으로 사용하고 있던 형광등이나 백열전구 대신에 소비전력이 적은 고효율을 발광다이오드를 사용하였다. 또한 점검시의 문제점을 보완하기 위해 원격제어가 가능한 원격제어 회로를 채용한 유도등회로를 제안하고 실험한 결과 다음과 같은 결론

을 얻었다.

1. 외부신호인 원격제어스위치에 의한 동작으로 유도등 점검시 제어각 범위에서 폭넓고 쉽게 제어됨을 확인하였다.
2. 제어신호에 의한 반응시간은 600 μ s에서 매우 빠르게 동작함을 확인하였다.
3. Schmitt Trigger의 출력 상승시간(Rise time)과 하강시간(Fall time)은 최대 200 ns로 예민하게 반응함을 알 수 있었다.
4. 고효율 발광다이오드의 채용으로 광원을 교체해야 하는등의 문제를 제거하였다.
5. 전력소비를 감소시켜 전력요금을 절감할 수 있음을 확인하였다.

그러나 화재발생시 피난을 유효하게 하려면 눈에 잘 보이게 하여야 함으로 실내 인테리어분야와 마찰을 빚게 되는 경우가 많다. 이를 보완하는 방법으로 유도등의 면적, 휘도 및 광도를 고려하여 분류하고 휘도비로 규정한 기준에 적당하다. 따라서 다양한 모델의 개발이 가능할 뿐만아니라 점검시의 애로사항도 해결될 것이나 관리가 철저히 이루어져야 하는 선행조건이 따른다. 아울러 화재발생시 피난 유도효과를 높이기 위해서는 점멸유도장치나 음성유도장치 기능을 부가한다면, 시각 또는 청각장애자들을 배려할 수 있어 그 기능을 선진화시키는데 일조할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 백동현, “소방전기 시설론”, 동일출판사, pp.337-364
2. 백동현외 6인, “태양광발전 시스템을 이용한 유도등용 형광램프의 점등에 관한 연구”, 한국화재·소방학회지, 제4권, 제1호, pp.22-26(2000).
3. Masaru Matsubara, Akihiro Torii, Akiteru Ueda, “Study on AC Line Filter in Boost type Rectifier with Single Switching Device”, JIEE, Vol. 120-D, No. 7(2000).
4. Hengchun Mao, Fred C. Y. Lee, Dushan Boroyevich, Silva Hiti, “Review of High-Performance Three-Phase Power-Factor Correction Circuits”, IEEE Transactions, Vol. IE-44, No. 4, pp.437-446(1997-8).
5. NFPA, Fire Protection Handbook 4권(1999).
6. 일본조명기구공업회, 적극 피난유도시스템 기술기준(1993).
7. 일본조명기구공업회, 유도등기구 및 피난유도시스템용 장치시험세칙(1999).
8. 高木任之, 全局加除法令出版, 消防設備アツク講座 上卷, pp.139-166(1997).
9. 防災システム研究会, 警報避難設備の實務, pp.137-158(1997).
10. 전재승, 기전연구사, 센서회로 디자인 북(1996).
11. 편집부, 도서출판 세운, 센서와 주변회로(1997).
12. UL-924, Emergency Lighting and Power Equipment, March, 29(1995).
13. ISO/CD 16069, Safety way Guiding System, Draft 2(1999).
14. IEC 60598-2-22, Particular Requirements Luminaires for Emergency lighting(1997).
15. 日本照明學會, JIEC-004 非常時用 照明の 基準(1995).