

형광 램프 수명 말기에 대한 구분과 검출 방법

(The Classification of EOLL (End of Lamp Life) on fluorescent lamp and Detection Method)

조계현*

(Gye-Hyun Cho)

Abstract

This paper presents that what's the right EOLL(End of Lamp Life) phenomenon on fluorescent lamp and how to detect it according to the lamp status. In normal end of life situation for fluorescent lamps is emitter depletion of the cathodes. So, in most cases, the discharge will extinguish and the lamp will not start. But, if the ballast is capable of sustaining the discharge, a new condition arise. Especially, the T4 and T5 lamp which has a short distance from cathode to socket of lamp fixture must have the EOLL protection function.

1. 서론

오랜 시간 동안 형광 램프를 사용하게 되면 램프 전극에 도포되어있는 열전자 방출을 돕는 물질이 서서히 감소하여 정상 상태와 다르게 램프 전류와 필라멘트 전류의 양이 변화하게 된다. 일반적으로 필라멘트에 도포되어 있는 물질의 감소량은 양쪽 전극에서 서로 다르게 나타나기 때문에, 램프 전압과 전류도 수명 말기로 되어감에 따라서 서로 다르게 나타난다. 본 논문에서는 형광 램프가 가지는 수명 말기 현상을 구분하고, 각각의 현상에 적합한 보호 방법을 제시하였다.

2. 본론

2.1. 수명 말기 현상

필라멘트 전압, 전류 특성이 적정하지 않거나, 오랜 시간 동안 형광 램프를 사용 하게 되면, 형광 램프 전극에 도포되어 전극에서 열전자 방출을 돕는 물질 등이 점차적으로 램프로 흡수되어 감소되는 현상이 발생한다. 감소하는 시간은 양쪽 전극에서 서로 다르게 나타나기 때문에 램프 전압과 전류는 비대칭 형태로 변화하게 된다. 이러한 현상이 지속되면 램프 전극이 끊어지거나, 열전자 방출을 돕는 보조 물질이 완전히 고갈되어 더 이상 점등되지 않게 된다.

램프의 수명이 다하여 더 이상 점등되지 않는 상태에 대해서는 사용자가 쉽게 판별하여 교체할 수 있다. 하지만 램프 수명 말기에 한쪽 전극에서 전자 방사 물질이 감소한 경우거나, 양쪽 전극에서 모두 전자방사 물질이 감소한 경우에는 시각적으로 판별하기 힘들기 때문에 일반 사용자는 형광 램프가 수명이 다했음에도 불구하고, 램프를 계속해서 사용하게 된다. 형광 램프 수명 말기에서는 정상 상태에서 보다 전극에서는 보다 높은 열이 발생하게 된다. 따라서 특별한 제어

장치가 없다면 최악의 경우에는 램프 전극과 연결되어 있는 플라스틱 재질을 갖는 소켓이 녹게 되어, 램프가 등 기구에서 떨어지는 현상이 발생하게 되어 이에 대한 대책이 필요하다.[1][2]

2.2. 수명 말기 현상에 대한 구분

형광 램프가 가지는 수명 말기현상은 크게 4가지 조건으로 구분된다.[3]

① 형광 램프가 제대로 연결되었음에도 불구하고 램프가 점등되지 않는 경우

램프가 정상적으로 연결되었음에도 불구하고, 램프가 점등되지 않는 경우가 이에 해당한다. 일반적으로 램프가 점등 전 과정(예열과 점등 과정)에서는 정상 상태보다 더 많은 전류가 램프 필라멘트로 전류가 흐른다.

하지만 필요 이상의 전류가 계속적으로 필라멘트로 흐르다 면, 필라멘트가 필요 이상으로 가열되어 필라멘트와 연결되어 있는 램프 베이스(base)를 통한 온도 전도가 발생하여 플라스틱으로 이루어져있는 등 기구 소켓이 녹는 안전사고가 발생할 가능성이 있다. 따라서 비교적 필라멘트와 등 기구 소켓의 거리가 가까운 T5, T4 램프는 최대 온도가 설정되어있다.

② 램프는 작동하나, 램프 전극 중 하나가 불활성화 되었거나 깨진 경우

일반적으로 형광 램프가 수명 말기가 되어, 필라멘트에 도포 되어 있는 전자 방사 물질이 감소하면, 램프가 더 이상 점등되지 않는 것이 정상이다. 그렇지 않은 경우가 이에 해당한다. 이러한 경우 불활성화 되었거나 깨진 부분의 전극 주위에 음극 강하 현상(cathode fall)이 발생하고, 이로 인해서 램프 전압은 비대칭을 이루게 된다. 일반적으로 음극 강하 현상은

필라멘트에서의 추가 손실을 의미하기 때문에 조건1과 동일하게 필라멘트에서의 온도 상승을 초래한다.

㉓ 램프는 작동하나, 모든 램프 전극이 불활성화 되었거나 깨진 경우

조건 3은 조건2와 달리 램프 전극 모두에서 음극 강하 현상이 발생한 경우이다. 따라서 램프 전압은 대칭을 이루게 되고, 양쪽 전극에서 모두 추가적인 전력 소모가 발생한다.

㉔ 램프는 작동하나 램프 전압이 급격하게 증가한 경우

조건4는 램프 수명 말기에 여러 가지 이유로 인해서 램프 내로 유입된 불순물로 인해서 램프 전압이 급격하게 증가된 경우이다.

위와 같이 4가지 조건으로 구분된 수명 말기 현상은 램프 점등 상태에 따라서 점등 전, 후로 다시 구분할 수 있다. 조건1은 램프 점등 전, 예열과 점등 시도 구간에서 나타나는 현상이고, 조건2,3,4는 정상 동작 중에 나타나는 현상이다. 특히 조건2,3은 조건 4와 달리, 정상상태와 비교했을 때, 램프 전압 상승 정도가 미약하여 현재와는 다른 방법이 요구되어진다.

3. 실험

3.1. 측정 방법

페어차일드 반도체에서 개발한 형광램프 제어용 IC인 FAN7711을 이용하여 램프 이상 상태에 대한 실험을 수행하였다. FAN7711은 추가 회로 없이도 내부에 이상 상태 판단과 Hard switching 방지 기능을 가지고 있다. 따라서 그림1과 같이 다른 IC에 비해서 비교적 간단하게 수명 말기 현상 검출을 위한 회로를 구성할 수 있다.

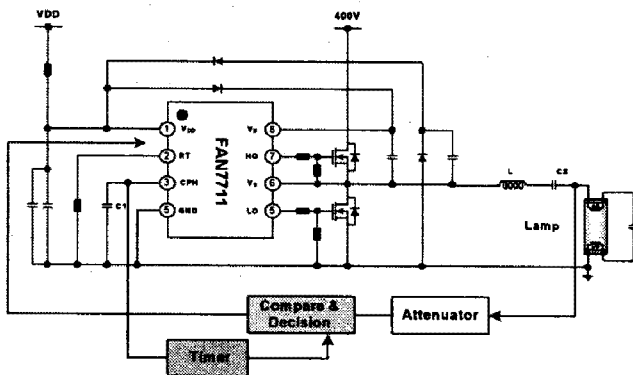


그림 1. FAN7711을 이용한 실험 회로도
Fig. 1. Test circuit using FAN7711

그림2는 형광 램프 대신에 필라멘트와 동일한 값을 갖는 저항을 연결한 후, 측정된 결과이다. 그림에서와 같이 일정시간이 경과한 후에, IC가 동작을 멈추는 것을 확인할 수 있다.

그림3은 램프와 동일한 값을 갖는 저항을 연결하고, 정상 동작 중에 저항을 제거 하였을 때의 측정파형이다. 그림에서와 같이 일정시간이 경과한 후에, IC가 동작을 멈추는 것을 확인할 수 있다.

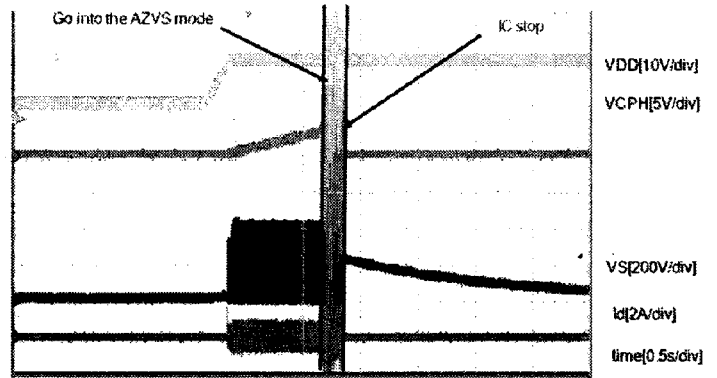


그림 2. FAN7711을 이용한 실험 파형1
Fig. 2. Test waveform of ignition fail mode

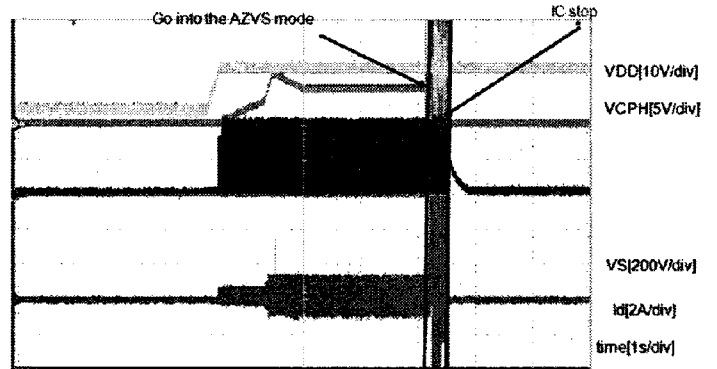


그림 3. FAN7711을 이용한 실험 파형2
Fig. 3. Test waveform of broken lamp mode

그림4는 본 논문에서 제안한 수명 말기 검출 회로에 대한 모의 실험 결과이다. IC 정상 동작 중에, 램프 전압이 변화하도록 입력 조건을 주었을 때, 바로 검출 신호를 발생하는 것을 확인할 수 있다.

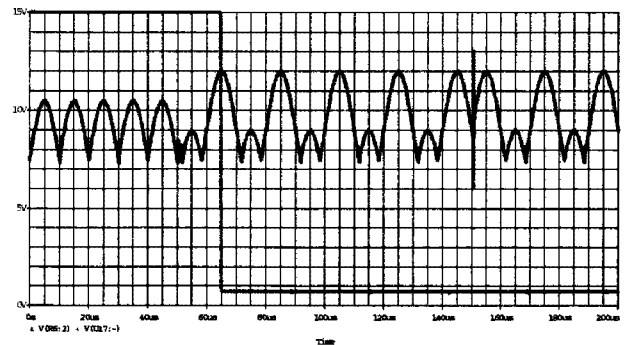


그림 4. 추가 회로에 의한 수명 말기 현상 검출
Fig. 4. Simulation waveform of additional circuit

3. 결론

본 논문에서는 FAN7711 IC와 추가 회로를 이용하여, 형광 램프 수명 말기에 나타나는 이상 현상으로부터 램프와 안정기를 보호하기 위한 회로를 제시하였고, 실험을 통해 검증하였다.

참고 문헌

- (1) 조계현, "새로운 형광 램프 수명 말기 현상 검출 방법", 조명전기설비학회지, vol.21, No.7, p.15, 2007.9.
- (2) IEC61347-2-3, "Lamp control gear, Part2-3: Particular requirements for AC supplied electronic ballasts for fluorescent lamps
- (3) Philips Lamp Data sheet "SILHOLETTE T5" pp11.