

## 새로운 형광램프 수명말기 현상 검출 방법

(A New End of Lamp Life Detection Method for Fluorescent Lamps)

조계현\*

(Gye-Hyun Cho)

### 요 약

형광램프를 오랜 기간 사용하게 되면 전극에서 열 전자 방출을 돕는 보조 물질이 램프 외벽으로 흡수되어 램프 점등 조건 및 정상 상태 조건이 변화하게 된다. 이러한 경우를 오랜 시간 방치한다면 램프 전극에서 과도한 열이 발생하게 되어 등 기구 소켓을 녹이는 안전사고가 발생할 가능성이 크다. 본 논문은 형광램프 수명 말기에 나타나는 현상(정류 효과)을 검출하고, 이로부터 안정기를 보호하기 위한 방법을 제시하였다.

### Abstract

This paper presents the new detection method for the end of life on fluorescent lamps. At the end of lamp life, the lamp voltage and current asymmetrically increase and decrease more than normal state. If the ballast system does not have the protection function especially for T4 and T5 lamps, we may see the melting socket which is connected to the end of the lamp. To protect from this kind of abnormal status is the most important thing in the ballast system that has very old lamps.

Key Words : Fluorescent lamp, Electronic ballast, EOL(End of lamp life)

### 1. 서 론

일반적으로 형광램프를 점등하는 방법은 다양하지만 가장 보편적으로 사용하는 방법은 램프 수명 연장 과 안정된 점등을 위해서, 램프 점등 전에 램프 전극을 적절하게 예열한 후에 램프를 점등 시키는 Rapid Start 방법이 주로 사용된다. 이때 램프를 예열하는 조건은 램프 종류, 형태, 제조 회사마다 차이가 있으므로,

램프에 따라 적절한 방법을 사용해야 한다[1-2].

오랜 시간 동안 형광램프를 사용하게 되면 램프 전극에 도포되어 있는 열전자 방출 보조 물질이 서서히 감소하게 된다. 이때 전극에서 열전자 방출을 돕는 보조 물질이 감소하는 정도에 따라서 램프 전류의 양도 감소하게 되고, 이와 동시에 램프 전압도 상대적으로 증가하게 되는 비대칭 현상이 발생하게 된다. 이러한 현상을 형광램프 수명 말기 초기에 나타나는 정류 효과 현상이라고 한다. 이 현상이 발생하면 램프 불 밝기는 정상 상태에 비해서 감소하고, 전극에서 발생하는 열은 정상 상태에 비해서 상대적으로 증가된다.

\* 주저자 : 페어차일드코리아반도체 선임연구원, 공학박사  
Tel : 032-680-1344, Fax : 032-680-1317  
E-mail : gyehyun1@hotmail.com  
접수일자 : 2006년 8월 23일  
1차심사 : 2006년 9월 4일, 2차심사 : 2007년 1월 30일  
심사완료 : 2007년 7월 30일

## 2. 본 론

### 2.1 정류 효과 현상[3]

필라멘트 전압, 전류 특성이 적정하지 않거나, 오랜 시간 동안 형광램프를 사용 하게 되면, 형광램프 전극에 도포되어 전극에서 열전자 방출을 돕는 바륨(Ba)이나 스트론튬(Sr)과 같은 물질 등이 점차적으로 램프 외벽으로 흡수되어 흑화 현상이 나타난다. 이와 같이 전극에 도포되어 있는 전자 방출을 돕는 보조 물질이 감소하면, 감소한 전극에서 램프로 흘러가는 전류의 양도 함께 감소하고, 이에 따라 램프 전압이 증가하는 현상이 발생한다. 일반적으로 전극에서 전자 방출을 돕는 보조 물질이 감소하는 정도는 두 개의 전극에서 서로 다르게 나타나므로, 램프 전압과 전류는 비대칭적인 모습을 갖게 된다. 램프 전압과 전류가 비대칭 상태가 지속되면 램프 전극이 끊어지거나, 열전자 방출을 돕는 보조 물질이 완전히 고갈되어 더 이상 점등되지 않게 된다.

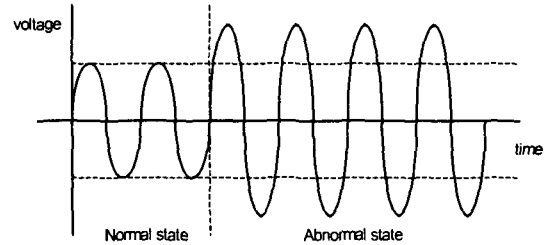
램프의 수명이 다하여 더 이상 점등되지 않는 상태에 대해서는 사용자가 쉽게 판별하여 교체할 수 있으나, 램프 전압과 전류가 비대칭인 상태에서는 시각적으로 판별하기 힘들기 때문에 일반 사용자는 형광램프가 수명이 다했음에도 불구하고, 램프를 계속해서 사용하게 된다. 형광램프가 수명 말기로 되어 감에 따라서 상대적으로 크게 증가하는 전극 저항에 의해서 전극에서는 보다 높은 열이 발생하게 되고, 최악의 경우에는 램프 전극과 연결되어 있는 플라스틱 재질을 갖는 소켓이 녹게 되어, 램프가 등기구에서 떨어지는 현상이 발생하게 된다. 또한 램프 직경이 감소함에 따라서 전극 저항이 증가하는 추세를 가지므로, T8 램프보다는 T5, T4 램프에서 더 높은 열이 발생하게 된다.

### 2.2 이상 상태 검출 방법

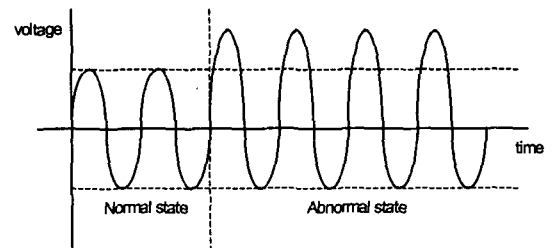
#### 2.2.1 정류효과와 고전압 상태와의 차이점

그림 1은 정상 상태에 비해서 전압이 증가한 이상 전압 상태와 정류 효과를 비교한 것이다. 그림에서와 같이 정류 효과 현상은 한쪽 방향의 전압, 크기가

증가한 것을 의미하므로 고 전압 상태와 분명하게 구분된다.



(a) 과전압 인가 상태



(b) 정류 효과

그림 1. 이상 상태에 대한 구분

Fig. 1. Definition of abnormal status

#### 2.2.2 기존 검출 방법

지금까지 사용되던 램프 이상 상태 판단 방법은 그림 2와 같이 램프 양단 전압을 검출하여 검출된 일정 전압 이상이 되면, 이를 단순한 이상 상태로 판단하여 안정기 동작을 정지시키는 방법을 사용하였다.

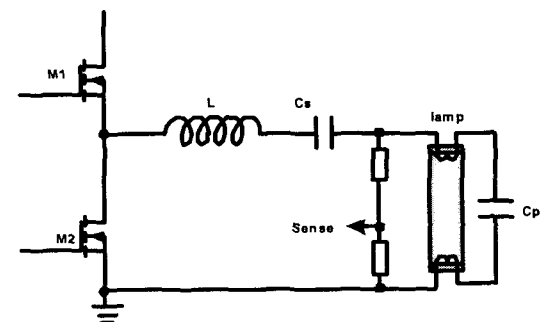


그림 2. 기존에 사용하던 램프 이상 상태 판별 방법

Fig. 2. Conventional method for detecting abnormal condition

그림 2와 같은 방법은 램프는 연결되어있으나, 램프가 더 이상 점등되지 않는 조건이나, 램프 양단에 필요 이상의 과전압이 인가되는 조건에서만 신호를 검출할 수 있다. 또한 2등용 안정기에서는 두 개의 램프에서 각각의 신호를 검출하기 위한 회로 검출 부분이 필요하며, 하나의 램프에 대해서 두 개의 전극 모두에서 특정 신호를 검출하기 위한 회로가 필요하다는 단점을 가지고 있다.

2.2.3 제안한 방법

그림 3은 본 논문에서 제안한 형광램프 수명 말기에 나타나는 정류 효과를 검출하기 위한 개략도이다.

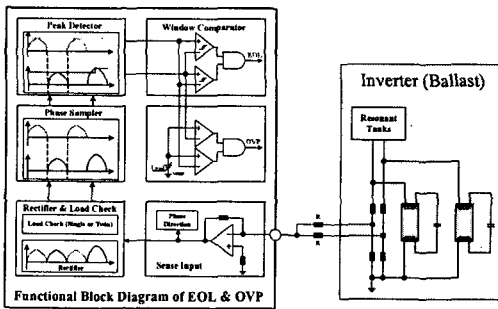


그림 3. 제안한 램프 수명 말기 검출 방법  
Fig. 3. Proposed method for detecting end of lamp life

제안한 방법은 형광램프 양단 전압을 정류한 전압과 정류 전압이 가진 위상 신호를 두 개의 신호로 분리한 후, 분리된 신호를 서로 비교함으로써 수명 말기를 판단한다. 만약 램프가 정상 조건이라면 램프 전압은 대칭을 이루고 있으므로, 분리된 각각의 신호가 서로 동일하게 나타날 것이다. 하지만 램프가 수명 말기가 되어 정류 효과가 발생한 램프라면 램프 전압이 비대칭 상태가 되기 때문에, 분리된 각각의 신호는 차이를 갖게 될 것이다.

그림 4는 본 논문에서 제안하는 정류 효과 검출기 중에서 입력 신호를 정류하고, 입력 신호가 가지는 위상을 검출하는 부분이다.

그림 5는 검출된 위상을 이용해서 정류 신호를 분리하기 위한 부분이다.

마지막으로 그림 6은 분리된 각각의 신호를 peak

detector를 사용하여 최대값을 추종하도록 하기 위한 부분과 추종된 두 개의 값을 서로 비교하는 부분이다.

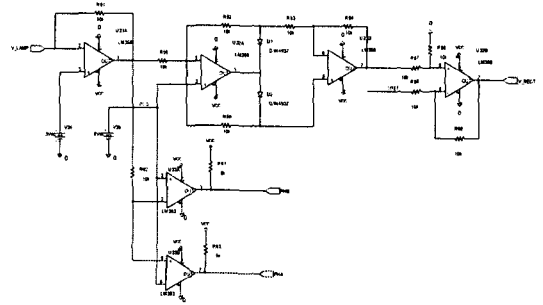


그림 4. 신호 검출과 기준 신호 발생  
Fig. 4. Detection and generating reference signal

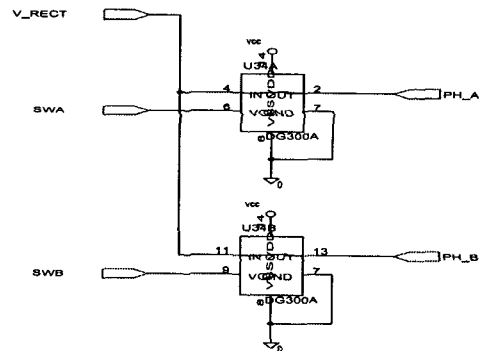


그림 5. 신호 분리 부분  
Fig. 5. Separated part using analog switch

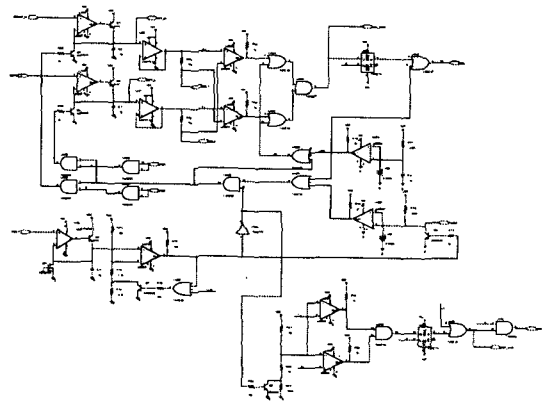


그림 6. 정류 효과 판단 회로  
Fig. 6. Decision block for end of lamp life

## 새로운 영광램프 수명말기 연상 검출 방법

그림 7 제안한 방법을 이용하여 최종적으로 얻은 시뮬레이션 결과이다. 그림에서와 같이 시뮬레이션 결과 램프가 수명 말기가 되면 정확하게 검출된 신호를 출력하는 것을 확인할 수 있다.

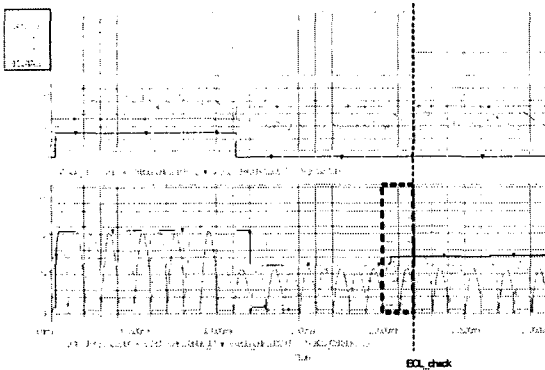


그림 7. 시뮬레이션 결과  
Fig. 7. Simulation result

그림 8, 9, 10은 제안한 방법을 이용해서 실제 회로를 구성한 후 측정된 결과이다. 상측 파형은 검출한 램프 전압 파형이고, 가운데 파형은 이를 정류한 파형이다. 또한 하측 파형은 검출 회로의 출력 결과이다. 그림 8에서와 같이 정상적인 램프인 경우, 출력 파형에 아무런 변화가 없다.

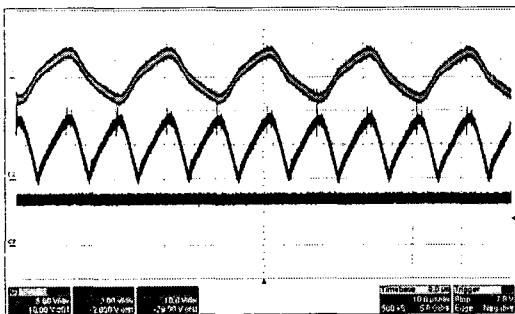


그림 8. 정상 상태시 측정 결과  
Fig. 8. Test results in normal state

그림 9는 수명 말기 재현 회로를 이용하여 램프 수명 말기 조건을 만든 후에 측정된 결과이다. 그림에서와 같이 램프 수명 말기에 나타나는 정류 효과 특성으로 인해서 램프 전압이 비대칭이 되는 것을 확

인할 수 있다.

램프 수명 말기 보호에 관한 규약[3]에서는 전극에서 일정한 전력 이상 전력이 소비될 때 안정기가 이를 검출하여 보호하도록 제안하고 있다. 따라서 검출된 전압이 비대칭상태가 되자마자 보호회로를 동작시킨다면, 보호회로가 외부 잡음에 의해서 빈번하게 동작할 수 있으므로, 본 논문에서는 비대칭 정도를 30[%] 정도로 설정하여 비대칭 상태가 이를 넘으면 보호회로가 동작하도록 하였다.

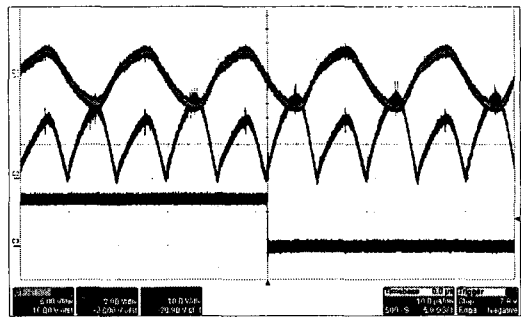


그림 9. 수명 말기 조건(정류효과)시 동작 파형  
Fig. 9. Test results in abnormal state

그림 10은 본 논문에서 제안한 보호회로 중에서 각각의 분리된 정류 전압을 일정하게 유지하는 것을 보여주고 있다. 분리되어 DC값으로 유지되고 있는 두 개의 전압이 미리 설정해 놓은 값 이상이 되면 수명 말기로 인식하도록 하였다.

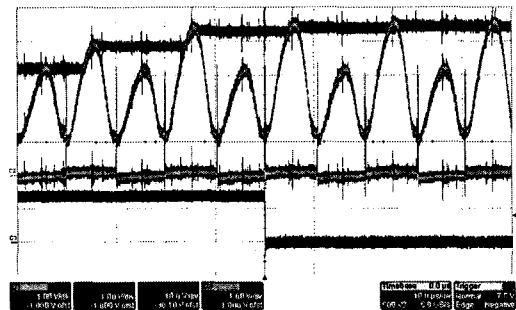


그림 10. 검출기 내부 peak detector 출력  
Fig. 10. Peak detector output

그림 11은 본 논문에서 제안한 수명 말기 검출회로를 구현한 결과이다.

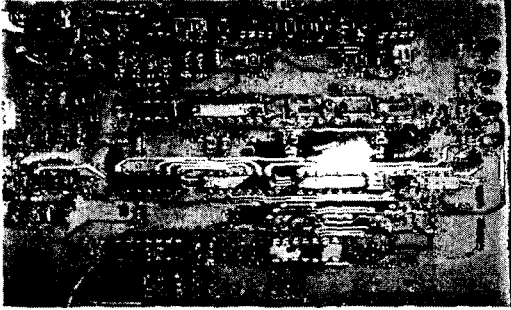


그림 11. 제작한 수명 말기 보호회로  
Fig. 11. Test PCB for end of lamp life detection

이상에서와 같이 본 논문에서 제안하는 램프 수명 말기 초기에 나타나는 정류 효과로부터 안정기를 보호하는 방법을 살펴보았다. 이러한 방법은 기존에 사용하던 검출 방법과는 달리 보다 명확하게 정류 효과와 과전압 인가 상태를 구분할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 하지만 매우 많은 소자가 필요하여 기존 안정기에 부착하기에는 불가능하므로 집적화가 필요하다.

### 3. 결 론

형광램프는 현재 가장 많이 사용되고 있는 광원으로, 에너지 절감 차원에서 광원의 굵기는 계속적으로 감소하고 있다. 형광램프 중에서 현재 주종을 이루고 있는 램프는 직경이 26[mm]인 T8 램프이지만 시간이 경과함에 따라서 T5 또는 T4 램프로 변화하리라고 생각된다.

본 논문에서는 형광램프 수명 말기에 나타나는 정류 효과 현상에서부터 이상 상태로 파악하여 안정기 동작을 정지시키는 새로운 형태의 보호 회로를 제안하였다. 제안하는 방법은 기존에 사용하던 방법과는 램프 전압을 정류하여, 전압위상에 따라 이를 분리한 후, 분리한 결과를 서로 비교하여 수명 말기를 확인함으로써 지금까지 명확하게 확인하지 못했던 정류효과 현상을 검출할 수 있었다. 따라서 정류 효과가 지속됨으로 인해서 발생할 수 있는 각종 안전사고로부터 사용자의 안전을 보장할 수 있을 것으로 생각한다.

### References

- (1) 박종연, 조계현, 정동열, "전자식 안정기의 종류 및 회로 동작", 전력 전자 학회지, 제4권 3호, 1999, pp24~29.
- (2) 한수빈, "최근의 형광등 안정기 신기술 동향", 전력 전자 학회지, 제10권 2호, 2005, pp29~35.
- (3) IEC61347-2-3, "Lamp control gear, Part2-3: Particular requirements for AC supplied electronic ballasts for fluorescent lamps.

### ◇ 저자소개 ◇

#### 조계현 (曹桂鉉)

1973년 3월 27일생. 1998년 2월 강원대학교 공과대학 전기공학과 졸업. 2000년 2월 동 대학원 졸업(석사). 2004년 8월 동 대학원 졸업(박사). 현재 페어차일드 코리아반도체, PLM\_lighting, 선임연구원.

Tel : (032)680-1344

Fax : (032)680-1317

E-mail : gyehyun1@hotmail.com