

HID 안정기에서의 보호회로에 관한 연구

한수빈, 박석인, 정학근, 송유진, 정봉만
한국에너지기술연구원

A Study on Overvoltage Protection for HID Lamp

Soo-Bin Han, Suck-In Park, Hak-Kun Jung, Eu-Gine Song, Bong-Man Jung,
Korea Institute of Energy Research

ABSTRACT

This paper suggests a overvoltage protection scheme for HID lamp. HID lamp has complex characteristics and long duration in process from starting to steady state condition. So it is necessary to protect both starting and normal lighting mode. The protection method is composed of two circuit: one is for ignition state and the other is for steady state.

1. 서론

최근에 형광등용 전자식안정기는 이미 일반화되어 사용되고 있으며 HID 전자식안정기도 점차 사용이 증가되는 추세에 있다. 전자식 안정기는 자기식 안정기와 비교하여 경량이며 전체 시스템 효율이 증가하고 조광이 가능한 여러 장점이 있지만 반도체 소자를 사용하기 때문에 전압, 전류의 동작영역을 초과하는 경우 쉽게 파괴되어 영구적인 고장 상태에 빠지는 신뢰성의 문제가 존재한다.

이를 극복하기 위해서 전자식 안정기에 여러 형태의 보호회로가 장착이 되고 있다 [1]-[5]. 현재 형광등 전자식안정기의 경우는 신뢰성 측면에서 많은 진전이 있었지만, HID용 전자식 안정기의 경우는 아직 해결해야 할 많은 과제가 남아 있다. 사용되는 보호회로의 경우 목적에 따라 다양하지만 기본적으로 전압 또는 전류를 감지하여 동작하는 공통적인 형태를 갖고 있다.

HID용 전자식 안정기의 경우는 이그니션 전압이 매우 높으며 시동 특성이 매우 길고 불안정하여 형광등용 전자식 안정기 보다 고장이 날 확률이 많게 된다. 따라서 논문에서는 HID용 전자식 안정기의 시동 때와 정상상태를 구분해서 보호하는 방법에 대해 제안하기로 한다.

2. 과전압 보호회로

램프가 정상적인 동작이 아닌 경우 또는 오랜 시간을 사용한 경우 전압이 상승하게 된다. 따라서 과전압을 감지하여 보호회로를 구성하는 것은 필수적이며 그 방식은 그림 1과 같이 어느 기준 전압을 정하고 램프의 전압이 기준 전압을 넘으면 과전압으로 판단하여 안정기의 동작을 중지시키게 된다. SCR의 anode는 안정기의 동작을 차단할 수 있는 신호에 연결된다. 보통은 전자식 안정기의 인버터 스위치의 구동신호를 연결하거나 구동용 IC의 disable 기능을 갖고 있는 핀에 연결하여, 보호감지시 이들의 동작을 차단함으로써 안정기를 shut down 시키게 된다.

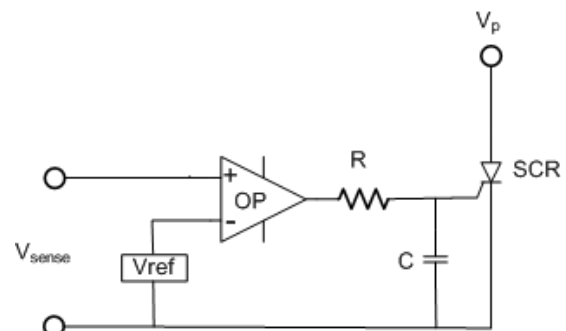


그림 1 과전압 보호 회로의 구현 방법
Fig. 1 A method of overvoltage protection circuit

안정기 회로에서는 그림 2와 같이 op-amp와 V_{ref} 회로를 따로 사용하지 않고 단순히 제너 다이오드 하나로 동작을 시키는 방법이 자주 사용된다. 여기서 V_{ref} 의 역할은 제너 다이오드가 갖는 고유적인 항복(Breakdown) 전압이 되며 측정 전압이 제너 다이오드의 항복 전압을 넘게 되면 제너다이오드는 도통하여 SCR에 게이트 신호를 공급하게 되어 SCR을 도통시키게 된다.

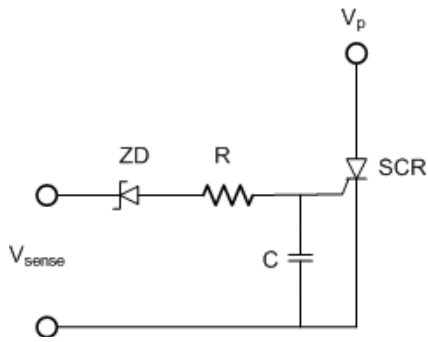


그림 2 제너다이오드를 사용한 과전압 보호 회로
Fig. 2 Overvoltage protection circuit using zener diode

HID안정기는 시동시 복잡한 방전과정을 거쳐서 안정화되는 데 최소 수 분이 걸리게 되므로 형광등의 점등 때보다 주의를 요한다. 특히 이그니션에 필요한 고전압 방전 전압과 정상상태에서의 이상 전압 기준이 혼동될 수 있으므로 구별이 필요하다.

3. HID 전자식 안정기에서의 과전압 보호

본 논문에서는 HID 램프의 이그니션 때와 정상상태일 때의 보호를 개별적으로 동작시키는 방식을 가능한 저가로 구현하는 것이 목적이다. 제안된 그림 3은 동일한 보호회로나 시정수 및 전압 강하의 비율에서 차이가 있는 보호회로로 구성되었다. 위부분의 회로는 이그니션 때의 보호회로이며 아래 부분은 정상상태의 보호회로로 동작한다.

보호회로를 판단하는 관전압은 직접 측정하지 않고 인덕터의 2차측 전압을 측정하였다. 그 이유는 관전압은 이그니션의 경우 3000V까지 상승하기 때문에 측정회로를 구성하는 것이 어려우며 저항분배의 전압강하를 사용할 경우 내압의 문제로 여러 저항을 직병렬로 사용하여야 하기 때문에 실제 제작시 많은 수동소자가 사용되는 문제가 있다. 따라서 인덕터의 전압을 2차 권선을 통해서 강압된 전압을 측정하는 것이 보다 효율적이다.

2차 권선에서 강압비는 정상상태에서의 과전압 상태와 이그니션 상태를 모두 처리할 수 있는 전압을 유지해야 하므로 약 20:1의 비로 유지시킨다. 이그니션 관련 보호회로는 RC 회로의 cut off 주파수는 스위칭 주파수보다 낮도록 해서 공진전압의 피크값을 점진적으로 기억할 수 있도록 한다. 통상 $1/RC \ll fr$ 로 하여 스위칭주파수의 1/10이하로 잡는다. 정상상태의 보호회로는 반대로 RC 시정수를 매우 크게 두고 순시전압보다는 평균적 전압을 감지하는 것으로 동작시킨다. 보호전압 수준에 도달하면 보호스วิต치를 동작하게 되는데 한번 보호회로

가 동작되면 안정기를 reset하기 전까지 동작을 못하도록 하는 방식과 일정 시간 후에 재점등을 시도하는 방식이 있다. 재점등을 시도하지 않는 방식의 경우는 그림 3과 같이 SCR을 사용하게 되고 재점등을 시동하는 경우는 MOSFET나 트랜지스터를 사용하게 된다.

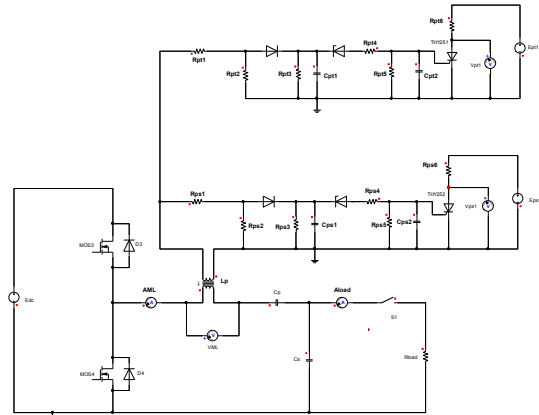


그림 3 제안된 HID 램프 과전압 보호회로
Fig. 3 Proposed overvoltage circuit for HID

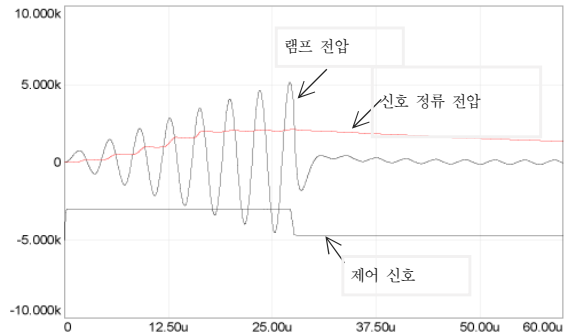


그림 4 HID 램프에서의 이그니션 과전압 보호회로 동작
Fig. 4 Operation of ignition overvoltage protection circuit

그림 4는 그림 3의 동작과 관련된 파형으로 램프 전압이 4000V이상이 되면 이그니션 과전압 감지회로에서 신호정류 전압이 제너다이오드의 항복전압에 도달하게 되어 과전압을 감지하게 되고 최종 제어신호를 발생하게 된다. 반면에 정상상태의 과전압 감지회로는 전압감지 시간이 지연되어 나타나므로 보호회로가 동작되지 않는다.

그림 5는 정상상태의 과전압 동작 파형으로 정상상태에서 램프의 전압이 과전압이 발생되면 제어신호가 동작된다. 정상상태에서는 램프의 과전압 상태를 어느 수준에서 결정하는 것이 적정한 지는 램프 회사의 특성자료에 의지해야 하는 문제가 있으나 통상 정상전압의 150%이상이면 과전압으로 설

정할 수 있다. 그리고 과전압의 결정 범위에 따라 회로의 설계 파라미터가 정해지게 된다.

이그니션 때에 보호회로가 동작되면 reset 모드로 회귀하지 않더라도 일정시간이 되면 다시 이그니션을 시도하는 방식의 보호회로도 가능하다. 이 경우 SCR 대신에 트랜지스터를 사용하게 되며 신호가 차단된 후 정해진 시간이 경과하면 이그니션을 시도하도록 스위치를 동작시킨다. 그림 6의 경우가 이러한 방식에 의해서 이그니션을 반복적으로 동작시키는 경우를 보여준다. 보호회로가 동작되면 이에 연동해서 게이트 구동 신호를 차단하고 일정시간이 지나면 게이트 구동회로를 회복시키는 동작을 하게 된다.

5. 결 론

본 논문에서는 HID광원용 전자식안정기의 보호회로의 구현에 대한 방식을 제안하였다. 시동시 이그니션 때의 보호회로와 정상상태에서의 보호회로를 구분하여 구성하되 저가로 구현될 수 있는 방식으로서, 두 보호회로의 시정수의 차이로 보호동작을 구별할 수 있도록 하였다. 이 방식은 고주파 방식의 전자식 안정기 회로에 적합하나 저주파 방식이라도 고주파 점등 방식을 사용할 경우 적용될 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 주성준 "형광등용 전자식 안정기 설계 기법: 각종 보호회로 설계법" 전자부품 10월호, 2003
- [2] O.K. Nilssen 외, "Electronic Fluorescent Lamp Ballast with Overload Protection", US patent 4554487, 1983
- [3] Edward Li, et al "Electronic Ballast with Inverter Protection Circuit", US patent 5883473, 1999
- [4] S.Y.Tang 외, "Protection Circuit for Electronic Ballasts at Fluorescent Lamp Life-End", IEEE IAS Conference pp. 1938-1942, 2005
- [5] A.H.Bergman 외, "Method and Controller for Operating a High Pressure Gas Discharge Lamp at High Frequencies to Avoid Arc Instabilities", US patent 5859505, 1999

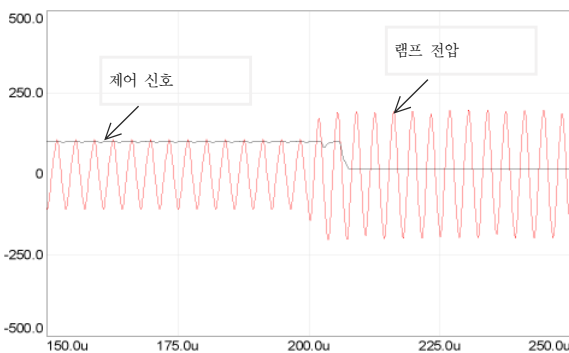


그림 5 HID 램프에서의 정상상태 과전압 보호 회로 동작

Fig. 5 Operation of steady state overvoltage protection circuit

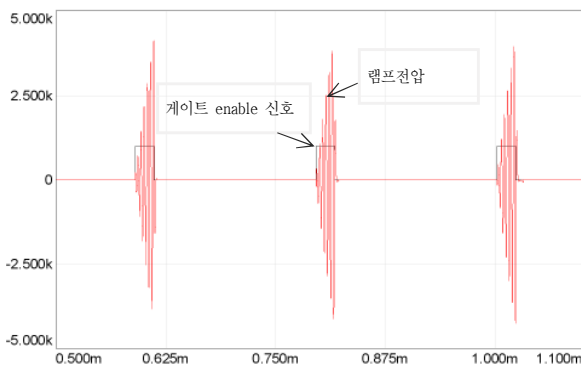


그림 6 이그니션 반복 제어 방식의 보호회로 동작

Fig. 6 Operation of ignition overvoltage protection circuit with repeated ignition