

250W HID-Lamp용 자기식 조도 제어형 안정기 연구

박종연, 신동식, 이현진, 임병노
 강원대학교 IT특성화대학 전기전자

A Study of Dimmable Magnetic Ballast for 250W HID-Lamp

Chong-Yeun Park, Dong-sick Shin, Hyun-jin Lee, Byoung-noh Lim
 Department of Electrical and Electronic Engineering, Kangwon Univ

Abstract - 본 논문은 기존 250W HID-Lamp용 조도 제어형 자기식 안정기의 기계식 릴레이를 이용한 ZCS(Zero Current Switching) 방법을 제안하였다. 램프의 영 전류를 검출하고, MCU를 이용하여 기계식 릴레이의 스위치 on/off시간을 제어하였다. 이 ZCS방법을 실험을 통하여 타당성을 입증하였다.

$$V_L = L \frac{di}{dt} \quad (1)$$

따라서, 이 문제의 해결 방안으로 ZCS 방법을 제시하였다. 그림 2는 ZCS 회로의 전체 블록도이다.

1. 서 론

사회의 발전에 따라서 Home Automation 및 Intelligent Building화에 대응하는 쾌적한 조명환경에 대한 관심이 높아지고 있으며, 조명에너지의 절전 및 전력품질에도 관심이 높아지는 추세이다. 이러한 이유로 조명용 전력의 절전과 인테리어 측면에서 조도제어의 필요성이 높아지고 있다. 기존의 250W HID-Lamp용 자기식 조도 제어형 안정기는 SSR을 이용하여 임피던스를 증가시켜, 램프에 공급하는 전류를 줄임으로써 조도 제어를 한다.[1][2][3] 그러나 기존의 안정기에서 인덕터를 가변하기 위해 3개의 SSR을 사용하였는데, SSR의 단가(6800원)가 높아 안정기의 가격을 높이고, 상품적 가치를 낮추는 주요 원인이 되었다.

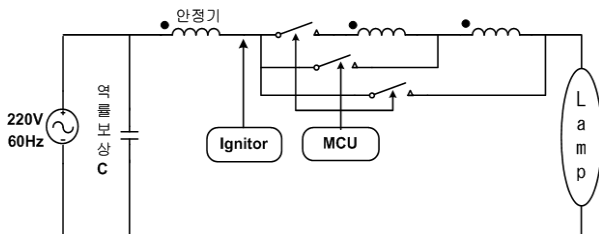
따라서, SSR을 단가가 낮은 기계식 릴레이(560원)로 대체하였다. 그러나 자기식 안정기의 전체적인 부하 특성이 L부하 특성을 보이기 때문에, 전류가 영이 아닌 곳에서 릴레이를 스위칭하게 될 시 안정기와 램프에 큰 전압이 발생하게 된다. 이 전압이 발생하게 되면, 램프와 릴레이의 수명을 단축시키게 되므로, 문제를 해결하기 위하여 ZCS방법을 제안하였으며, 실험을 통하여 타당성을 입증하였다.

2. 본 론

본 논문에서 250W HID-Lamp용 자기식 조도 제어형 안정기의 동작 원리 및 조도 제어원리를 설명하였다. 또, ZCS시 필요한 램프의 영 전류 검출방법 및 MCU를 이용한 기계식 릴레이 제어 프로그램에 대해서 설명하였다.

2.1 조도 제어형 자기식 안정기의 원리

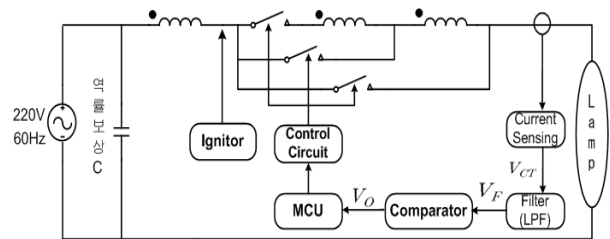
그림 1과 같이 초기 점등 전 Ignitor에 의해서 램프양단에 높은 방전 전압을 만들고, 이 전압에 의해서 램프가 점등된다. 램프는 부성 저항 특성을 가져 점등상태에서 전자 눈사태가 일어나는데 이를 안정기가 막아주고, 적절한 전류의 공급을 유지시켜 주는 역할을 한다. 램프의 조도는 MCU로 3개의 스위치를 선택하여, 임피던스를 가변시켜, 램프에 공급되는 전류의 양을 제어함으로써 조도를 제어한다.



〈그림 1〉 안정기의 기본 회로

2.2 릴레이 구동 방법

안정기의 전체적인 부하의 특성이 L성 부하이기 때문에, 영 전류가 아닌 곳에서 스위칭을 하게 되면, 식 (1)과 같이 순간 전류가 변하는 양만큼 안정기(L)에서 큰 전압이 발생하게 된다.

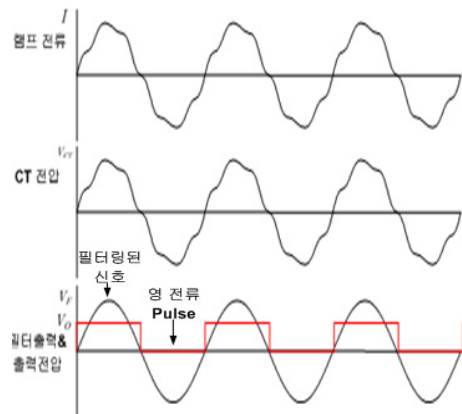


〈그림 2〉 영 전류 검출 회로의 전체 블록도

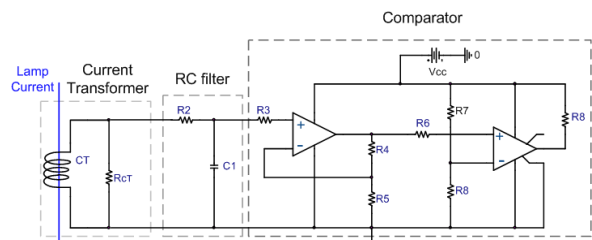
ZCS을 하기 위한 전류 센싱은 CT를 사용하고, 센싱한 신호는 필터를 거친다.

필터를 이용하여, 센싱받은 신호에 포함되어있는 임펄스성 노이즈를 제거하여, 순수한 정현파를 만들어준다. 그림 3과 같이 노이즈가 섞인 신호로 Pulse를 만들었을 시 오차를 발생할 소지를 가지고 있기 때문이다.

필터링 된 신호를 증폭시킨 후, 영 전압과 비교하여 MCU로 입력 가능한 Pulse 신호를 만들어 준다. 그림 3은 위 설명을 과형으로 나타내었고, 그림 4는 실제 제작한 회로이다.



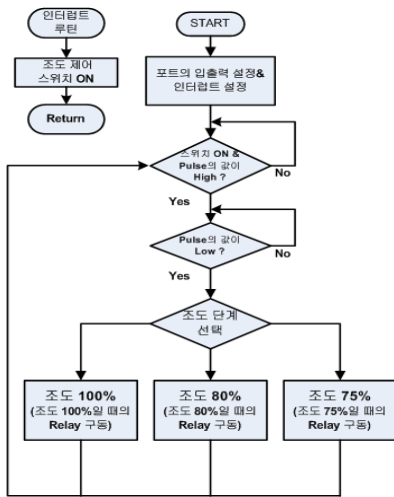
〈그림 3〉 영 전류 검출시 파형



〈그림 4〉 영 전류 검출 회로도

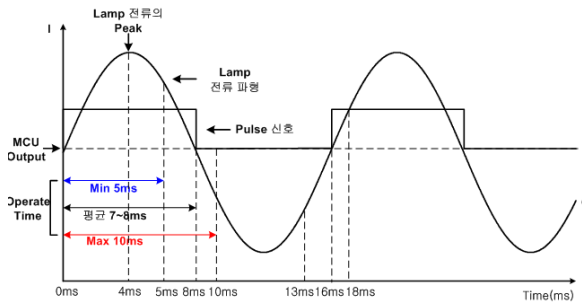
2.3 프로그램 순서도

그림 4는 릴레이 구동 프로그램 순서도를 나타낸 것이다.



〈그림 5〉 릴레이 구동 프로그램 순서도

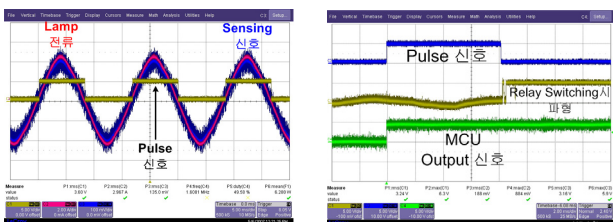
초기 램프 점등시 조도 100%에 해당하는 릴레이를 동작시키고, 조도 제어 스위치의 신호를 입력받을 핀과 비교기에서의 Pulse 신호를 입력받을 핀을 입력으로 설정하고, 릴레이를 구동시키기 위한 3개의 핀을 출력으로 설정한다. 이후 조도 제어형 스위치가 ON되었을 시, Pulse의 값이 High인지를 확인한다. 그 후, 하강 Edge를 검출함과 동시에 원하는 릴레이 신호를 입력한 후, 릴레이의 동작시간 (5~10ms) 후 릴레이가 ON 된다. 스위치 신호의 입력 여부 확인은 인터럽트를 사용하였고, 그림 6은 릴레이의 동작시간에 따른 파형이다. 파형을 보면 릴레이의 동작 시간이 전류의 최대값이 되는 4ms이후에 동작하는 것을 나타낸 것이다. 릴레이의 동작시간은 최소 5ms에서 최대 10ms인 것을 알 수 있으며, 영 전류 근처에서 스위칭하는 것을 확인할 수 있다.



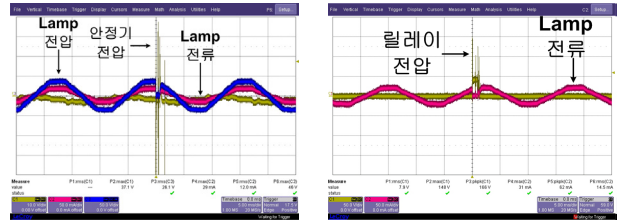
〈그림 6〉 릴레이의 동작시간에 따른 파형

2.4 실험 및 고찰

ZCS를 하기 위해 필요한 Pulse신호가 발생되는지 실험을 통하여 확인하였다. 그림 7은 램프의 전류를 센싱하여 Pulse신호가 발생하였는지, 또 릴레이의 동작시간을 확인한 파형이다. 실험 파형과 같이 램프전류와 Pulse의 파형이 동상인 것을 확인 하였으며, 릴레이의 동작시간이 약 8ms정도로 영 전류 근처에서 릴레이가 스위칭하는 것을 확인 하였다. 만약 동작시간이 4ms라면, 전류의 최대치에서 릴레이가 ON되므로 그림 8과 같이 안정기(L)에서 큰 전압이 발생하고, 릴레이에 큰 전압이 걸리게 된다.

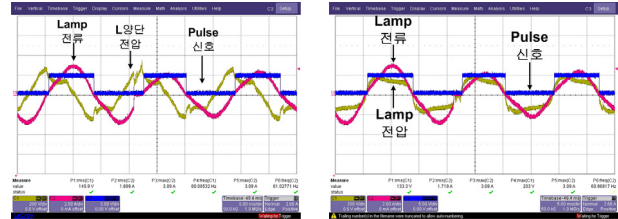


〈그림 7〉 영 전류 검출 실험 및 릴레이 동작시간 측정 파형



〈그림 8〉 릴레이, 안정기에서 발생하는 전압 파형

그림 9는 램프 조도 제어 시 안정기 및 램프의 전압, 전류를 측정된 파형이다. 안정기(L)의 전압파형을 보면, 정확한 영 전류에서 릴레이가 Switching하지 않기 때문에, 약간의 전압이 발생하는 것을 확인할 수 있다.



〈그림 9〉 안정기(L) 및 램프 전압, 전류 측정 파형

기계식 릴레이를 ZCS함으로써 안정기에서 큰 전압이 발생하지 않는 것을 확인 하였으나, 릴레이가 영 전류 근처에서 스위칭하기 때문에 약간의 전압이 발생하는 것을 확인할 수 있다. 릴레이를 정확한 영전류 스위칭을 위해서는 프로그램이나 다른 회로가 추가 되어야 할 것이다.

3. 결 론

본 논문은 안정기의 가격을 낮추기 위하여, SSR을 ZCS 회로가 추가된 기계식 릴레이로 대체하는 방법을 제시하였다. 릴레이를 ZCS 방법을 적용한 결과, 릴레이와 안정기(L)에서 큰 전압이 발생하지 않는 것을 실험을 통하여 확인 하였다.

그 결과, SSR을 사용한 기존 안정기 보다 가격이 낮고 동일한 성능을 갖춘 자기식 조도 제어형 안정기를 설계하였다. 그러나, 릴레이의 내구성이 낮기 때문에 기존의 안정기보다 수명이 짧다는 단점을 가지고 있으며, 또 각 릴레이의 동작시간이 똑같지 않다는 문제를 가지고 있다. 향후 이 문제를 해결할 수 있는 방안이 연구 되어야 한다.

[참 고 문 헌]

- [1] Walter Kaiser Ivan E. Chabu Edward A. C. Lourenco, "Design of a Hybrid Ballast with Magnetic Shunts : Application to Control of HID lamps", IEEE, 1997년
- [2] Chin S. Moo, Ying C. Chuang, Yung H. Huang, Horn N. Chen, "Modeling of Fluorescent Lamps for Dimmable Electronic Ballast", in Proc. 1996 IEEE Ind. Applicat. Soc. IAS Annu. Meeting, pp. 2231-2236.
- [3] Y. K. Eric Ho, Stephen T. S. Lee, Henry Shu-Hung Chung, and S. Y. (Ron) Hui, " A Comparative Study on Dimming Control Methods for Electronic Ballast", IEEE Transaction on Power Electronics, Nov. 2001, Vol. 16, No. 6, pp. 828-836