

35W 세라믹 MHL용 전자식 안정기의 제어회로 설계

박종연, 최왕섭, 이규민
강원대학교 전기전자 공학과

Design of electronic ballast controller for 35W Ceramic MHL

Chong-Yun Park, Wang-Seop Choe, Kyu-Min Lee
Dept. of Electrical and Electronics Engineering, Kangwon National University

ABSTRACT

Dual Buck Inverter 구조를 갖는 35W 세라믹 MHL용 전자식 안정기의 제어회로를 설계하였다. 제어회로는 크게 2가지로 나눌 수 있는데 PFC IC를 이용하여 Inverter의 전압과 전류를 센싱하여 80kHz로 Inverter를 구동하기 위한 제어부분과 시간의 경과에 따른 PFC의 출력 전압 제어, Ignition Pulse 제어 및 무부하 보호, 램프의 점등 상태에 따른 Inverter 구동 주파수 제어부분으로 구성되어 있다. 본 논문은 마이크로 컨트롤러(ATmega8)를 이용하여 시간의 경과에 따른 안정기의 제어부분에 대해 설명하고 이를 실험을 통해 검증하였다.

1. 서 론

세라믹 메탈할라이드 램프는 기존의 메탈할라이드 램프에 비해 높은 광효율, 높은 연색성, 긴 수명 및 긴 광속유지 시간 등의 장점들로 인해 최근 도로조명뿐만 아니라 백화점이나 대형 할인 매장 등 그 사용 범위가 확대되고 있다. 하지만 세라믹 메탈 할라이드 램프는 기존의 메탈 할라이드 램프 보다 더 높은 점등 전압을 요구하고 있고 정상 상태에서 발생하는 음향 공명 현상으로 인해 안정기 개발에 많은 어려움이 있다.^[1]

또한 35W 세라믹 메탈할라이드 램프의 경우 다른 메탈할라이드 램프들과 달리 점등 시의 전류와 정상 상태에서의 전류 특성이 크게 차이를 보이고 있다. 이러한 특성으로 인해 35W 세라믹 메탈할라이드 램프의 경우 점등 시와 정상 상태를 구분하여 전자식 안정기를 제어할 필요성이 있다. 따라서 본 논문에서는 35W 세라믹 메탈할라이드 램프의 구동을 위한 Dual Buck Inverter 구조를 갖는 전자식 안정기의 제어회로를 설계하고 실험결과를 통해 확인하고자 한다.^[2]

2. 본 론

2.1 전자식 안정기의 구조

전자식 안정기의 구조는 그림1과 같다. Active PFC를 이용해 역률을 높이고 400Vdc 전압을 Inverter에 공급한다. Igniter는 트랜스포머를 이용해 3ms 마다 약 3kV 이상의 이그니션 전압을 램프에 인가해야만 램프의 점등이 가능하다. 램프에 저주파·구형파의 전압, 전류를 공급해주는 Dual Buck Inverter는 IR2184를 이용하여 구동한다. IR2184의 IN단자와 \overline{SD} (Shut

Down)단자를 통해 Inverter가 제어되는데 제한된 안정기는 \overline{SD} 단자를 이용하여 Inverter의 스위칭 주파수를 가변하여 램프의 전력을 제어한다.

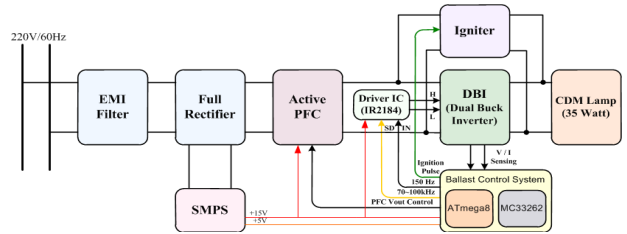


그림 1 전자식 안정기의 구조
Fig. 1 Structure of Electronic ballast

2.2 안정기의 제어

전자식 안정기를 제어하는 제어부는 크게 2개로 나눌 수 있는데 하나는 IR2184의 IN단자 입력을 담당하게 되는 마이크로 컨트롤러(ATmega8)이고 또 다른 하나는 \overline{SD} 단자에 입력되는 고주파 스위칭 제어를 위한 MC33262 부분이다. MC33262를 이용한 고주파 스위칭 제어부는 논문 [2]에서 자세히 다루고 있다. 본 논문에서는 마이크로 컨트롤러를 이용한 제어부에 대해 설명하고자 한다.

마이크로 컨트롤러는 IR2184의 IN단자에 입력되는 150Hz의 PWM 파형 외에 부하의 상태에 따라서 Ignition pulse를 생성하는 것과 이그니션 전압을 높여주기 위한 Active PFC의 출력 전압을 높여주는 기능 또한 갖고 있다. 부하의 상태를 판단하는 것은 Inverter에 흐르는 전류를 센싱 받아 확인할 수 있는데 이때 시간이 경과함에 따라 Inverter의 동작을 제어하는 역할을 하고 있다. 본 논문의 마이크로 컨트롤러는 ATmel社의 ATmega8을 사용하였다. 마이크로 컨트롤러의 동작은 부하의 상황에 따라 크게 다음의 4가지 동작으로 구분할 수 있다.

■ 점등 전 상태(Open State)

램프가 점등되기 전 상황으로 램프를 점등시키기 위한 Ignition pulse를 생성하고 이그니션 전압을 높이기 위해 Active PFC의 출력을 상승시킨다.

■ 점등 상태(Ignition State)

램프가 점등되어 Inverter에 흐르는 전류가 센싱되어 아크가 형성되고 있다고 판단하는 구간이다. Ignition pulse의 출력을 멈추지만 램프로 충분히 전류를 공급해 주기 위해 Active PFC의 출력은 여전히 상승되어 있는 상태이다.

■ 정상 상태(Steady State)

램프의 아크가 완전히 형성되고 완전히 점등되었다고 판단하는 구간이다. 램프의 점등이 이루어졌기 때문에 Active PFC의 출력을 다시 낮추게 된다. 또 PWM 과형을 출력하여 Inverter의 스위칭 주파수가 가변되도록 하여 램프의 전력을 제어한다.

■ 무부하 상태(No Load State)

램프가 없다고 판단하는 구간으로 Open State의 동작이 1분 가량 지속되면 전자식 안정기의 보호를 위해 Inverter의 스위칭 동작을 멈추도록 한다.

메탈할라이드 램프는 램프가 점등되더라도 충분한 전류공급이 이루어지지 않으면 형성된 아크가 소멸되는 문제가 발생하기 때문에 아크가 소멸 될 경우 다시 Ignition pulse를 생성하도록 해야 한다. 따라서 Open State와 Ignition State의 동작이 유연하도록 제어부를 설계하여야 한다. 그림 2는 마이크로 컨트롤러의 Flow chart를 나타내고 있다.

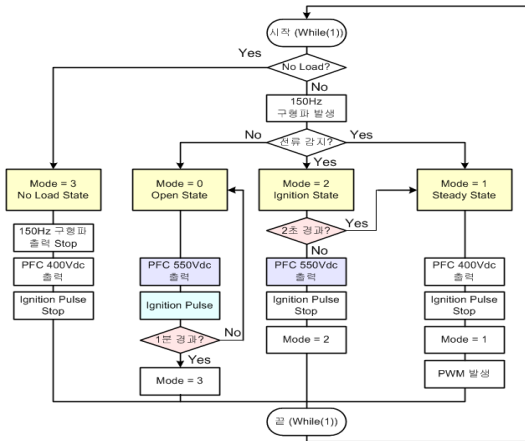


그림 2 마이크로 컨트롤러 Flow chart
Fig. 2 Micro controller Flow chart

램프의 점등이 이루어져 Inverter에 흐르는 전류가 센싱 된 후 2초가 경과하여 Steady State Mode로 동작할 때 35W 세라믹 메탈할라이드 램프의 점등 시 전류와 정상 상태의 전류가 큰 차이를 보이기 때문에 PWM 과형을 발생시켜 Inverter 스위칭 주파수를 가변함으로써 램프의 전력을 제어하게 된다.

2.3 실험결과

Open State에서 PFC의 출력 전압에 따른 이그니션 전압의 변화를 그림 3에 나타내었다.

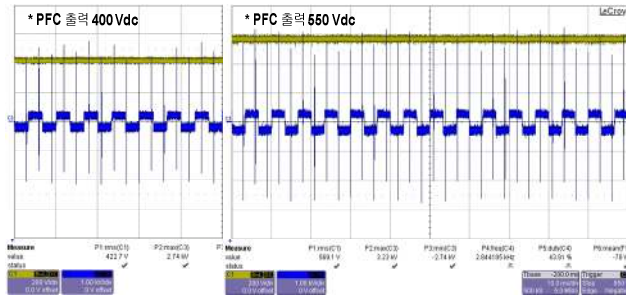


그림 3 PFC 출력 전압에 따른 Ignition 전압 변화
Fig. 3 Variation of Ignition voltage to follow PFC output voltage

제어기 Flow chart에 따라 램프의 점등이 이루어진 후 전류가 감지되어 2초의 시간이 경과하게 되면 정상 상태로 판단하고 35W 세라믹 메탈할라이드 램프의 전력을 제어하기 위해 PWM 신호를 발생시키게 된다. 그림 4는 PWM 신호 발생에 의한 램프 전류의 변화를 보여준다.

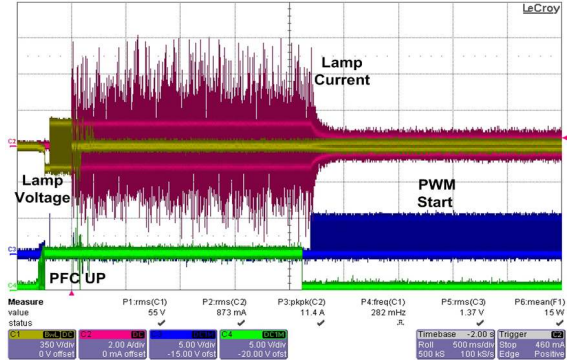


그림 4 PWM 신호에 의한 램프 전류의 변화
Fig. 4 Variation of Lamp current according to PWM signal

그림 5는 램프의 정상 상태 과형을 나타낸다.

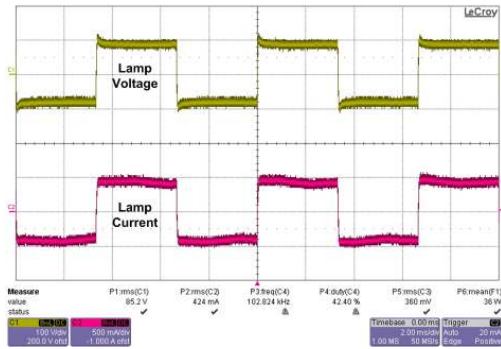


그림 5 램프의 정상 상태 과형
Fig. 5 Waveform of Lamp steady state

3. 결론

35W 세라믹 MHL용 전자식 안정기의 제어를 설계하였고 실험을 통해 이를 입증하였다. 제어기는 35W 세라믹 메탈 할라이드 램프의 특성을 고려하여 램프의 전력 제어가 가능하도록 설계하였다. 앞으로의 연구과제는 제어기의 신뢰성을 확보하고 램프의 조도제어가 가능하도록 하는 것이다.

참고 문헌

[1] Miaosen Shen, Zhaoming Qian, Fang Zheng Peng, "Design of a Two-Stage Low-Frequency Square-Wave Electronic Ballast for HID Lamps", IEEE Trans. Ind Applicat, vol. 39, pp. 424-430, MARCH/APRIL 2003.
 [2] 박종연, 임기승, 신동석, 최현희, "ZVS를 이용한 DB하프브리 지 인버터 구현 방법", Trans. KIEE, vol. 58, pp. 756-762, APRIL 2009.
 [3] 최현희, 최왕섭, 박종연, "70W CDM 램프용 전자식 안정기 설계", 대한전기학회 학술대회 논문집, pp. 940-941, JULY 2009.