HID 램프용 전자식 안정기의 정전력 디지털 제어

김형배, 정우진, 이우철
한경대학교

Constant power digital control of electronic ballast for HID Lamps

Hyung-Bae Kim, Woo-Jin Jung, Woo-Cheol Lee
Hankyong National Univ

ABSTRACT

본 논문은 Full-bridge 인버터 방식의 HID 램프용 2단 저주파수 구형파 전자식 안정기의 구조 및 HID램프가 일정한 출력으로 구동하기 위한 제어방법을 제안한다. 제안된 안정기의 스위치 ON-OFF는 인덕터 전류에 의해서 이루어지며, 마이크로컨트롤러 및 제어기로 전류값을 제어하여 램프의 출력을 일정하게 유지한다. 실험을 통해 HID램프용 전자식 안정기가 안정적으로 동작함을 확인하였다.

1. 서 론

메탈 할라이드 램프는 옥외 조명, 도로 조명 등에서 각광받고 있는 차세대 조명 광원이다. 특히 도로조명에 절대적으로 사용되어 온 나트륨 램프는 낮은 연색성으로 인해 메탈 할라이드 램프에 그 주도권을 빼앗기고 있는 실정이다. 메탈 할라이드 램프는 색 구현력이 뛰어난 백색 광원인데다, 효율이 높아 에너지 절감효과가 크다. 최근에는 석영(Quartz)으로 이루어져 있던 아크 튜브를 세라믹(Ceramic)으로 대체한 세라믹 메탈 할라이드 램프가 개발되어 탁월한 내열성 및 내식성으로 메탈 할라이드 램프로 하여금 더욱더 우수한 색 온도 및 우수한 연색성 유지 특성을 가질 수 있게 하였다.

본 연구는 벅 컨버터로 램프의 전력을 제어하고 저주파의 구형파로 동작하는 풀 브리지 인버터를 사용하여 벅 컨버터의 DC 전류를 AC 전류로 변환하여 이그니터에 공급하고, 메탈 할라이드 램프를 운전하여 램프의 음향 공진 현상을 개선하는 전자식 안정기의 구성과 제어기에 대하여 검토하였다.

2. 전자식 안정기

2.1 제안된 회로의 구성

제안된 안정기는 그림 2.1과 같이 MOSFET 4개와 기동시 공진을 위한 변압기와 공진 캐패시터 C2, C3 및 정상상태에서 벅 컨버터로 동작하기 위한 소자 벅 인덕터 L1, 벅 캐패시터 C1 그리고 램프로 구성되어 진다.

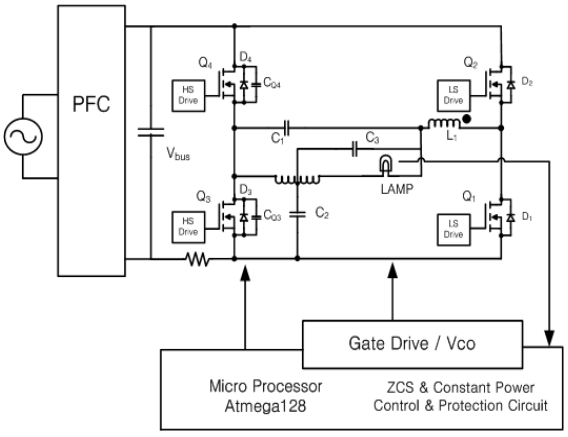

그림 2.1 제안된 회로의 구성

2.2 정상상태

램프가 정상상태에 이르게 되면 안정기의 동작은 음향 공명 현상을 막기 위하여 스위치 Q_1과 Q_2가 저주파 구동(170Hz)을 하며, Q_3과 Q_4는 고주파 구동한다. Q_1이 Trun on 되는 반주기 동안에는 Q_4가 고속으로(50~60kHz) Turn on-off를 반복하며, Q_2가 Trun on되는 나머지 반주기 동안 Q_3가 Turn on-off를 반복하는 저주파수 구형파 안정기로 동작하게 된다.

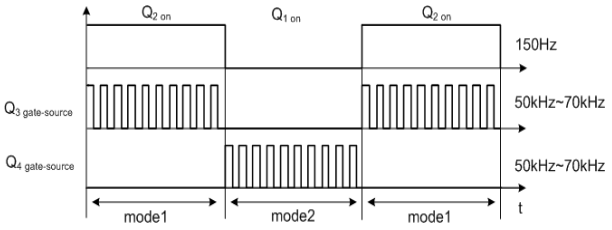

그림 2.2 정상상태 스위치 동작

그림 2.3는 램프가 점등 후의 전류 및 전력의 파형을 나태낸다.램프가 점등된 후 인덕터 L1에 흐르는 전류를 검출받아 최대 전류로 정전류 제어를 한다. 이후 램프가 정상상태에 이르게 되면 전류를 제어하여 150W의 일정한 전력으로 램프를 구동시키게 된다.

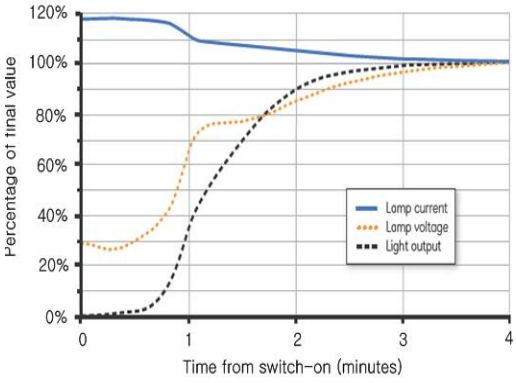

그림 2.3 램프의 전류 및 전력제어

3. 안정기의 제어

제안된의 제어회로는 앞에서의 2가지 sensing 회로 출력을 이용하여 스위치를 turn-on/off 시키며, 그림 3.1과 같이 구성된다. ZCD는 Vref(1.6~2.1V)와 비교된 후 스위치를 turn on하는 역할을 한다. R_{shunt}측에서 유기되는 V_{Rshunt}을 전압원으로 한 적분기의 출력 CS는 Mult와 비교된 후 RESET단자에 입력되어 스위치를 turn off 한다. CS와 Mult에 의해 스위치가 turn off되는 제어기는 안정기 부하가 단락인 상황에서도 스위치에 흐르는 전류를 일정전류 이하(CS≦Mult)로 제한하므로 단락 보호회로를 추가할 필요가 없는 이점을 가지고 있다.

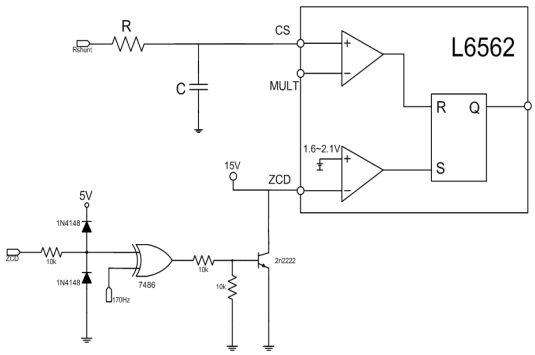

그림 3.1 제안된 제어기

4. 실험 결과 및 파형

표 1은 실제 실험에 사용된 소자의 파라미터 값이다.

표 1 시뮬레이션에 사용된 파라미터 값
Table 1. Simulation parameters

Parameters	Value	Unit
입력전압	400	V
인덕터(L_1)	200	uH
캐패시터(C_1)	330	nF

그림 4.1은 스위치의 turn-on/off를 나타낸다. ZCD에 의해 스위치가 turn-on된며, 인덕터 L1에 흐르는 전류가 최대가 되는 순간에 CS에 의해 스위치는 turn-off된다.

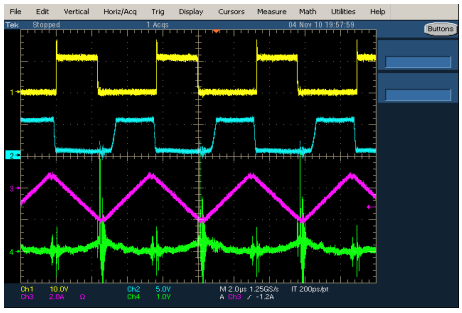

그림 4.1 스위치 turn-on/off

그림 4.2는 정상상태에서의 전압 전류 파형이다. 그림 4.2와 같이 음향 공명 현상을 없애기 위하여 안정기는 저주파로 동작한다.

그림 4.2 정상상태 램프 전압 및 전류

5. 결 론

본 논문은 정상상태에서의 정전력 제어에 대하여 제안하였다. 램프는 정상상태에서 저주파수로 구동하며, 전류를 제어하여 램프가 정전력으로 구동하도록 하였다.

차후 정상상태에서 저주파 스위치의 절체시, 발생하는 스파이크 전류를 감소하여 스위칭 소자의 스트레스를 감소시킬 것이다.

중소기업청의 산학연 공동기술개발지원사업 결과물임

참 고 문 헌

[1] Francisco J. Azcondo, F. Javier Díaz, Rosario Casanueva, Christian Brañas, Regan Zane, "University of Cantabria : "Low-frequency square-wave electronic ballast with resonant ignition using digitalmode and power control"

[2] Bernhard Sie e gger,Henry Guldner, Gunther Hirschmann, Dresden University of Technology, Dept. ETI, Power Electronics, GERMANY OSRAM GmbH, Munich, GERMANY : "Ignition concepts for high frequency operated HID lamps"