

2단 구성 HID LAMP 전자식 안정기의 저주파수 절체 시 발생하는 과전류에 관한 연구.

이승민*, 성국남, 이우철
한경대학교

Low-frequency switching occurs when the over-current study of 2stage electronic ballast for HID Lamps.

Seung min Lee*, Kook nam Sung, Woo cheol Lee
Hankyung national university

ABSTRACT

본 논문은 150W HID 램프용 안정기의 공진 점등에 관한 것으로, 기존의 외부 펄스에 의한 점등 시 램프와 안정기의 거리에 따른 점등전압의 감쇠를 감소시키고자 내부 LC를 이용한 공진 점화부로 하여 기능을 향상하였으나, 벽 컨버터의 인덕터와 커패시터로 공진 기동하여 고전압 점등 파형을 만드는 과정 중 스위치 전류가 커지는 문제가 발생하여, 점등을 위한 공진용 커패시터용량을 줄여 공진 Q점을 나는 별도의 L(T1)과 C(C2, C3)를 공진 탱크로 이용하여 점등하도록 하였으며, 공진 공진주파수로의 주파수 SWEEP 및 재 점등을 하기 위하여 마이크로프로세서를 이용하였다.

1.서론

최근 할로겐 화합물을 첨가한 고압 수은 방전등인 메탈 할라이드 램프는 우수한 연색성과 광효율로 각광을 받고 있다. 이런 장점에도 불구하고 그 전기적 점등 특성이 복잡하다. 초기 점등을 위해서 고압의 점화 펄스가 필요하고 고압에 의한 전계에 의해 관 내부의 전자가 가속되고 충돌로 인해 이온화되어 램프 양단의 절연이 파괴되어 점등이 된다. 램프는 점등 후, 저주파수로 동작하여 극성 변환 시 과전류가 발생하게 된다. 스파이크 전류 발생 시 램프의 수명이 줄어드는 문제가 발생하게 되는 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 마이크로프로세서를 채용한 2단 구성 HID lamp 전자식안정기의 저주파수 절체 시 생기는 과전류를 연구 하였다.

2. 본 문

2.1 제안된 안정기

제안된 안정기는 PFC, Full Bridge Inverter, Buck Converter 을 결합하여 벽 인버팅 기능단으로 2단 구성 하였다. 게이트 신호는 마이크로프로세서를 이용하여 발생시키고, TTL소자와 게이트 드라이버 IC를 이용한 게이트 드라이버 회로를 이용하여 MOSFET의 게이트 신호를 인가하였다. 램프를 점등하기 위하여 인버터 내부 LC공진을 이용하여 램프의 점등에 필요한 고전압을 발생시키고 점등 후 정상상태에서 램프 전압을 검출 받아서 램프의 온오프를 판단하여 재 점등 여부를 판단하였다. 그림 1.

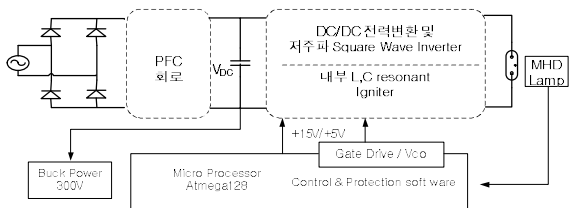


그림 1. 제안된 안정기
Fig 1. Proposed Ballast

2.2 안정기 동작원리

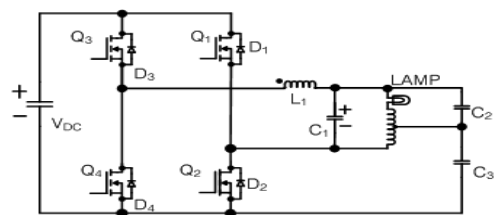


그림 2 제안된 안정기 회로도

Fig. 2 Proposed ballast circuit diagram

램프 점등 후 정상상태에서 안정기는 Q1, Q2는 170Hz의 저주파 스위칭을 하고 Q3, Q4는 70kHz의 고주파 스위칭을 한다. Q1이 Turn on 되는 반주기 동안에 Q4가 고속으로 Turn on off를 반복하며 Q2가 Turn on되는 반주기 동안 Q3가 Turn On off를 반복하여 저주파수 구형파 안정기로 동작하게 된다. 램프가 점등된 후 인덕터 L1에 흐르는 전류를 검출하여 최대 전류로 정전류 제어를 한다. 이후 램프가 정상상태에 이르게 되면 전류를 제어하여 150W의 일정한 전력으로 램프를 구동하게 된다. 그림 2.

2.3 펄스 제어 방식의 과전류 제어

기존의 제어 방식은 데드타임 구간이 지나고 저주파 스위칭이 변하면서 급격하게 인덕터의 전류가 충전되고, 충전된 전류가 초기 값으로 되어 공진이 진행되기 때문에(그림 3) 공진 회로가 형성되기 전에 초기 전류를 최대한 감소시켜 제어하는 방식을 연구하였다. 기존에 방식도 동일하게 구동하되 데드타임 구간 후에 Q1, Q4스위치를 Turn on 하는 구간을 마이크로프로세서를 이용하여 펄스를 블로킹하여 제거하였다. 그로 인해 공진 회로를 구성하는 과정에서 초기 값을 거의 제로 상태로 하여 공진을 시켜 과전류가 현저히 줄어드는 것을 확인하였다.

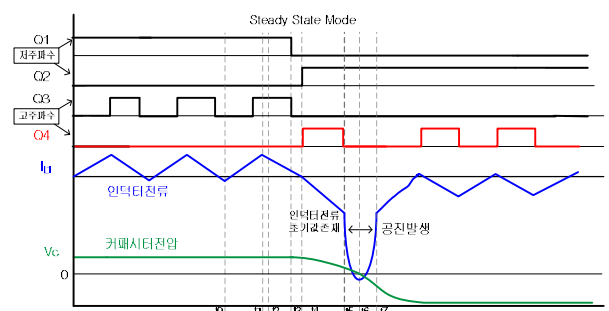


그림 3. 기존 인버터 스위칭 동작 그래프

Fig 3. Inverter switching graph of Conventional

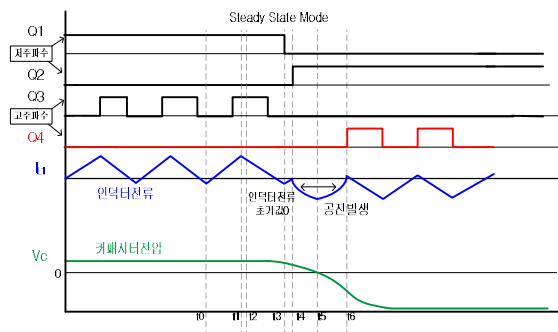


그림 4. 제안된 인버터 스위칭 동작 그래프
Fig 4. Inverter switching graph of Propose

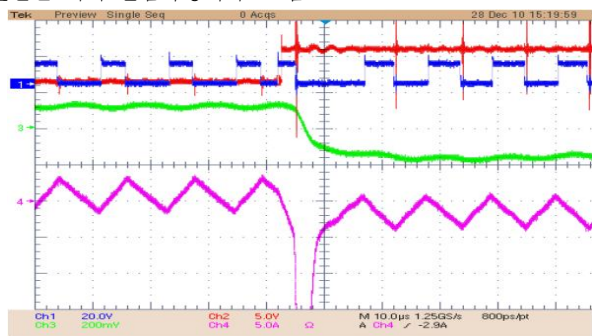
3. 실험 결과

2단구성의 HID Lamp를 위한 공진 기동 방식을 이용한 저주파 안정기는 저주파수 극성 변환 시 발생하는 스파이크 전류를 펄스제어 방식을 이용하여 스파이크 전류 값을 최소화 하여 소자들에 발생하는 전류 스트레스를 최소화 하였다. 표1은 실험에 사용된 각 소자 값이다.

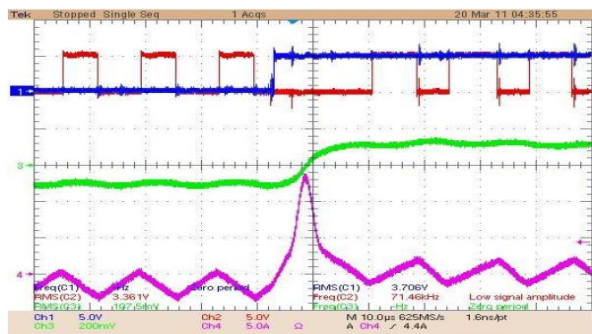
표 1 실험에 사용된 파라미터
Table 1 Test parameters

Parameters	Value
입력전압(Vdc)	300V
출력전압(Vout)	80~120V
필터캐패시터/인덕터(C1/L1)	330nF/200uH

ch1은 고주파수 게이트 전압이고, ch2는 Q2의 게이트 전압파형, ch3는 C1 전압 ch4는 L1전류이다. 저주파수 극성이 Low에서 High로 전환될 때의 실험 파형과 High에서 Low로 전환될 때의 실험파형이다. 그림 5.



(Low > High)

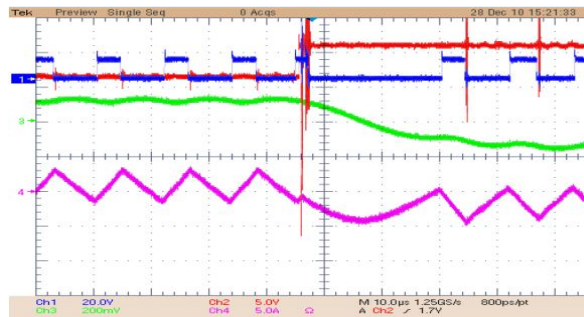


(High > Low)

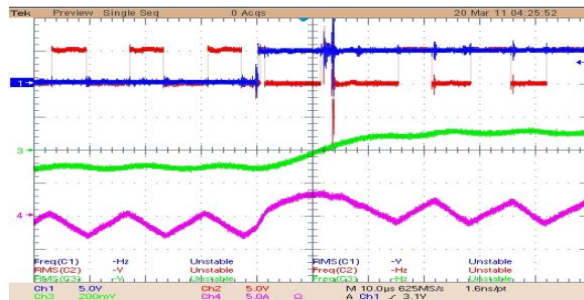
그림 5. 기존 방식의 실험 파형

Fig 5. Experiment Waveform of Conventional

Q1과 Q2의 게이트 전압이 Turn on되기 전, i_{us} 는 모든 스위치가 Turn off되는 데드타임 구간이다. Q1과 Q2가 Turn on 됨과 동시에 고주파수가 Turn on이 되어 그 기간 동안 L1의 전류가 급격히 증가한다. 고주파수가 Turn Off 되면 공진이 발생하여 비정상적인 파형으로 증가하여 과전류가 흐르는 것을 볼 수 있다. 그림 6은 Q2가 Turn on 하였을 때, 마이크로프로세서를 이용하여 고주파수 펄스를 블로킹하는 펄스를 발생시켜 공진이 일어났을 때 초기 값을 최소화하여 인덕터의 전류를 최소화한 실험 파형이다.



(Low > High)



(High > Low)

그림 6. 제안된 방식의 실험파형

Fig 6. Experiment Waveform of Propose

3. 결론

본 논문에서 내부 공진을 이용한 저주파 구형과 구동방식을 사용하였다. 제안한 디지털 안정기의 제어방식은 실험을 통해 정상 상태에서 저주파 구형과 램프의 극성변화 시 나타나는 과전류를 최대한 감소 시켰다. 그로 인해 소자들에 발생 되었던 전류 스트레스를 현저히 감소 시켜 회로의 안전성을 입증하였다.

본 연구는 지식경제부의 지원에 의하여 기초전력연구원 (2010T100100428) 주관으로 수행된 과제임.

참고 문헌

- [1] Byoung Chol Cho , Sung jin Moon , In Kyu Lee and B.H.Cho , "A New HID Lamp Ballast using Internal LC Resonance and Coupled Inductor Filter", Proceedings ICPE'01,Seoul.
- [2] Azcondo, F.J.;Diaz, F.J.; Casanueva. R;Branas. C.; Zane. R.; "Low frequency square wave electronic ballast with resonant ignition using digital mode and power control" Applied Power Electronics Conference and Exposition, 2006. Apec '06.