

HID용 이그나이터 회로 기술 현황

한수빈, 박석인, 정학근, 송유진, 정봉만
한국에너지기술연구원

Status of HID Igniter Technology

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

ABSTRACT

Ballasts for HID lamp need an igniter to start the lamp with very high voltage over several kV. Electronic ballasts use various internal igniter in electronic circuits. The paper describes the stratus of HID igniter technology in recent.

1. 서론

최근 HID 광원들에 대한 안정기로서 자기식 안정기에 서 전자식 안정기로 대체하려는 많은 연구가 시도되고 있다. HID광원에 대한 전자식 안정기가 개발된 것은 15년 이전이었으나 그동안의 문제점들이 개선되어 새로이 시장에 도전하는 시기는 2000년 들어서 본격화되기 시작하였다.

HID 광원이 전자식으로 가는 여러 어려운 문제중의 하나는 완전한 방전상태로 가는 과정이 복잡하다는 것이다. 즉 break down, glow discharge, glow to arc 그리고 arc discharge의 단계를 거쳐야 하며 완전히 정상 방전이 되기까지의 시동시간은 수분에 가까운 시간이 소요된다. 제일 첫 단계의 과정을 위해서 이그나이터(igniter)가 별도로 필요하다. HID 광원의 경우 시동시 형광등의 경우보다 매우 높은 시동전압이 필요하고 그 크기는 처음 시동시는 수천V가 순시 재점등시에는 수만V까지 요구되기도 한다. 시동시 방전을 유지하는 물리적인 메커니즘이 매우 복잡한 관계도 이그나이터의 설계 제작이 쉽지 않은 원인이기도 하다. 본 논문에서는 최근의 이그나이터에 대한 기술 동향과 구현 회로들을 살펴보기로 한다.

2. HID 자기식 안정기에서의 점화기

기존 전자식 안정기도 자기식 안정기의 이그나이터와 같은 원리의 점등장치를 사용하므로 이에 대해서 고찰해 보기로 한다. 전형적인 형태의 자기식안정기는 그림 1과

같이 직렬로 전류제어를 위해 인덕터가 연결되어 있다. 이그나이터는 전압에 의해 제어되는 스위치와 역울제어용 커패시터의 조합으로 auto-transformer로 동작되는 인덕터와 연결된다. 시동 전에는 램프가 점등된 상태가 아니므로 입력전압은 스위치에 인가되고 스위치는 온 또는 오프상태가 입력전압의 상태에 따라 반복된다. 이 상태는 방전관이 점화되기까지 계속되고 관전압이 어느 이하가 되면 스위치는 작동하지 않고 인덕터만이 전류를 제한하게 되는 점등상태를 유지하게 된다.

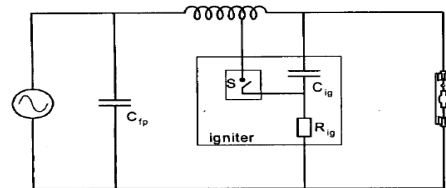


그림 1 전형적인 자기식 안정기와 점화기
Fig. 1 Common magnetic ballast and igniter

3. HID 전자식 안정기에서의 점화 방법

HID 전자식 안정기의 경우 점화방식은 안정기의 구현 방식에 따라 적용방식이 달라질 수 있다. 현재 제품에 사용되는 방식은 크게 펄스 방식과 공진형 방식으로 구분할 수 있는데 펄스 방식은 저주파 구형과 구동 방식의 전자식 안정기에서 주로 사용하고 공진형 방식은 고주파의 정현파 구동방식에서 주로 사용한다.

현재 대부분의 제품은 HID 광원의 음향공명현상에서 비교적 안정된 성능이 입증된 저주파 구형과 구동방식을 사용하기 때문에 이 방식에서 사용되는 펄스 점화방식에 대해서는 국제 규격에서 다음과 같이 구현시 구체적인 추천 가이드가 존재한다[1].

- 펄스의 크기는 3000V이상 필요
- 펄스폭은 29-150W의 경우 2700V에서 1usec 이상이 요구되고 175-400W사이에서는 1.3usec이상이 요구
- 펄스의 극성은 OCV(Open circuit voltage)의 극성과 일치됨을 요구

- 펄스의 횟수는 저전력은 최소 240pulse/sec이상을 150W이상에서는 120pulse/sec이상이 필요

공진방식의 이그나이터에서는 별도의 점화장치가 필요한 것이 아니라 직렬, 병렬, 직병렬 공진회로 자체를 이용하여 고주파 구동에 의해서 고전압을 발생시키는 것으로 콤팩트해지고 간단히 구현이 되는 장점이 있다. 현재까지 특별한 가이드가 존재하지 않으나 펄스의 크기는 2800V 이상이 바람직한 것으로 업체에서는 제안하고 있다. 이 공진방식의 이그나이터는 5000V 이하의 고전압이 사용되는 일반 조명용의 HID 광원에서는 유효하나 자동차 램프용에서는 2만V 이상의 고전압이 필요하므로 구현이 어렵게 된다. 이 경우는 별도의 펄스 이그나이터를 사용할 수 밖에 없다.

4. 회로 구현 방식

펄스 이그니션 방식을 사용하는 저주파의 전자식 안정기는 통상 그림 2와 같은 구조를 갖게 된다. 즉 정류하여 역율제어를 수행하는 PFC부와 통상 벽형 컨버터로 구성된 DC/DC 컨버터부와 인버터부이다. 펄스 이그나이터는 다양하게 구현이 가능하지만 기본적인 개념은 그림 3의 (a)와 같이 램프 양단에 고전압이 인가될 수 있도록 하기 위해서 승압 트랜스를 사용하여 이를 직렬로 연결하는 것이다. (b)는 구현 회로중 하나의 방식으로 직류링크 전압이 일정 전압 이상이 되면 Diac이 동작하여 SCR을 도통시켜서 이그나이터가 구동하게 되어 이그니션 펄스를 인가하게 되는 방식이다. 이 방식은 결국 그림 1의 자기식에서 사용한 방식을 적용한 것으로 별도의 능동스위치가 사용된다.

그림 4는 별도의 능동스위치 없이 이그니션을 가능하게 하는 대표적인 방식들을 보여준다[3]. 풀브리지 회로의 양단인 AB사이에 설치하여 사용하게 되는데 (b)의 경우는 LC 공진에 의한 방식이고 (c)는 승압 트랜스포머를 이용한 방식이고 (d)는 auto-transformer를 이용한 방식이다.

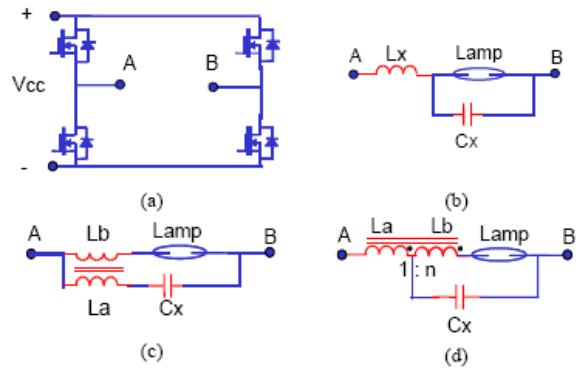


그림 4 인버터내의 여러 점화 회로 방식
Fig. 4 Simulation circuit for igniter

이 경우 통상은 이그니션을 시동시키기 위한 자기점화 소자를 같이 사용하게 되고 수백 V의 높은 전압에서 동작하는 Sidac을 주로 사용한다. Sidac의 기호와 특성곡선은 그림 5와 같다.

이들 회로들은 결국은 인덕터와 캐패시터가 필요하게 되고 따라서 부피가 커지게 되고 가격의 상승을 초래하게 된다. 이를 개선하기 위해서 그림 6과 같이 커패시터를 별도로 사용하지 않고 트랜스 제작시 표류 커패시턴스를 이용하도록 하는 집적형 이그나이터가 연구되고 있다[3].

빠른 재점화를 위해서는 2만V 이상의 높은 이그니션 전압이 필요하게 되며 이 경우 그림 7과 같이 2단으로 증폭해서 고압을 얻는 방식도 사용한다[4]. 1단으로 고전압을 만들 때의 경우 2차측의 권선수가 너무 커지게 되는데 정상상태에서의 전류가 2차측에 계속 흐르게 되므로 권선의 굵기가 커지게 되어 실제로 2단으로 만드는 경우보다 전체적인 크기가 커지게 되는 경우가 발생된다. 따라서 2단으로 만드는 경우가 보다 효율적일 수가 있게 된다.

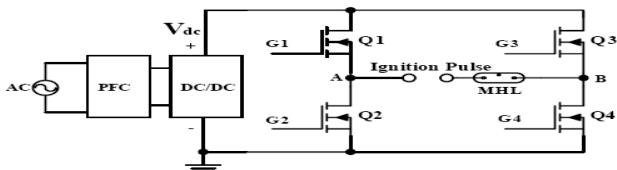


그림 2 저주파 구형파 전자식 안정기의 구조
Fig. 2 Structure of low frequency electronic ballast

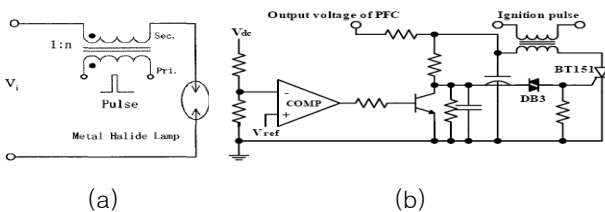


그림 3 펄스 이그니션 개념 및 구현 회로
Fig. 3 Concept of pulse ignition and circuit

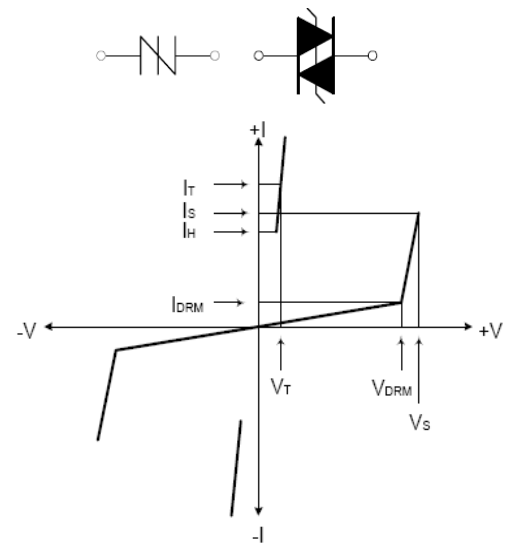


그림 5. Sidac의 기호 및 특성
Fig. 5. Symbol and Characteristic of Sidac

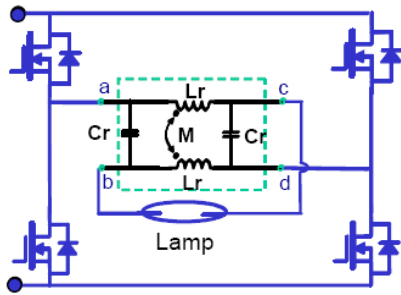


그림 6 L과 C가 하나로 집적화된 이그나이터
 Fig. 6 Integrated Ignitor with L and C

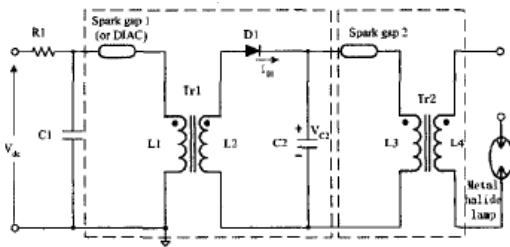


그림 7 이단 증폭의 고압 이그나이터
 Fig. 7 Ignitor with 2 stage amplification

5 결론

본 논문에서는 HID광원용 전자식안정기에서 시동시 필요한 이그나이터에 대해서 고찰하여 보았다. 고주파 안정기에서 사용되는 공진 이그니션 방식을 소개하고 저주파 안정기에 적용되는 펄스 이그니션 방식을 중심으로 최근의 기술을 정리하였다. 구동 대상 램프의 종류에 따라서 그리고 순시 재점등이 필요한가에 따라 이그나이터의 구조는 크게 바뀔 수 있으며 인버터의 구동 주파수가 저주파수 인지 고주파수인지에 따라 회로가 변동되기도 한다.

참고 문헌

- [1] M. W. Fellow, "A Study of the High Intensity Discharge Lamp-Electronic Ballast Interface", Industry Applications Conference, pp. 1043-1048, 2003
- [2] Mario Ponce, et. al. "Analysis and Design of Igniters for HID Lamps Fed with Square Waveforms", IEEE Power Electronics Specialists Conference, pp. 396-400, 2004
- [3] Wenduo Liu, et. al. "High Power-density Igniter with Integrated LC Resonator for Low Wattage HID Ballast", Industry Applications Conference., pp. 1943-1948, 2005
- [4] Yue-quan Hu, et. al. "Analysis and Design of Metal Halide Lamp Igniter", IEEE Power Electronics Specialists Conference, pp. 132-137, 2001