

# HID용 이그ナイ터의 설계를 위한 시뮬레이션 연구

(A Simulation Study on Designing Ignitors for HID Lamps)

한수빈\* · 박석인 · 정봉만 · 정학근 · 송유진 · 김규덕

(Soo-Bin Han · Suck-In Park · Bong-Man Jung · Hak-Guen Jeoung · Eugene Song · Gue-Duck Kim)

한국에너지기술연구원

## Abstract

Ballasts for HID lamp need a igniter to start the lamp with very high voltage over several kV. Electronic ballasts use various internal igniter in electronic circuits. The paper describe the simulation method for designing the igniter, which helps selecting the component properly by estimating operation voltage and current in circuits.

## 1. 서론

최근 HID 광원들에 대한 안정기로서 자기식 안정기에서 전자식 안정기로 대체하려는 많은 연구가 시도되고 있다. 형광등 안정기가 자기식에서 전자식으로 바뀌는데 시장 점유율 50%이상을 차지하는 시간이 미국이 15년이 소요된 예로 보아서 HID 광원용 안정기의 경우는 그 이상의 시간이 필요할 것으로 보인다.

물론 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 문제 중의 하나는 점화기(igniter)가 별도로 필요하다는 것이다. 이는 시동시 HID 광원의 경우 형광등의 경우보다 매우 높은 시동전압이 필요하고 그 크기는 수천V에서 수만V까지 요구되기도 한다. 시동시 물리적인 메카니즘이 매우 복잡한 관계로 점화기 설계 제작이 쉽지 않은 원인이기도 하다.

본 논문에서는 현재 점화기의 기술 현황을 정리해보고 이를 쉽게 설계할 수 있도록 시뮬레이션을 이용하는 방법에 대해서 제안하고자 한다.

## 2. HID 자기식 안정기에서의 점화기

기존 전자식 안정기도 자기식 안정기의 점화기와 같은 원리의 점등장치를 사용하므로 이에 대해서 고찰해보기로 한다. 전형적인 형태의 자기식 안정기는 그림 1과 같이 직렬로 전류제어를 위해 인

덕턴스가 연결되어 있다. 점화기는 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.

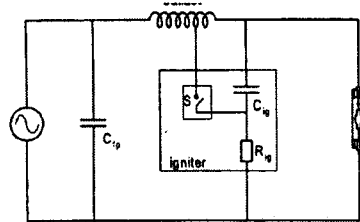


그림 2. 전형적인 자기식 안정기와 점화기  
Fig. 1. Common magnetic ballast and igniter

## 3. HID 전자식 안정기에서의 점화 방법

HID 전자식 안정기의 경우 점화방식은 안정기의 구현방식에 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 구동 방식에서 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 3000V 이상 필요
- 펄스폭은 29-150W의 경우 2700V에서 1usec 이상이 요구되고 175-400W 사이에서는 1.3usec 이상이 요구
- 펄스의 극성은 OCV(Open circuit voltage)의 극성과 일치됨을 요구
- 펄스의 횟수는 저전력은 최소 240pulse/sec 이상을 150W 이상에서는 120pulse/sec 이상이 필요

공진방식의 점화기에서는 특별한 가이드가 아직 존재하지 않으나 펄스의 크기는 2800V 이상이 바람직한 것으로 업체에서는 제안하고 있다.

#### 4. 안정기에서의 점화회로의 시뮬레이션

저주파 구형과 전류의 전자식 안정기의 구조는 대략 벽형 컨버터와 풀브리지 인버터로 구성된다. 점화기는 인버터내에 삽입하는데 여기에서도 그림 2와 같이 여러 방식이 존재한다. (b)는 통상적인 점화기 형태이며 (c)는 트랜스포머를 이용한 형태

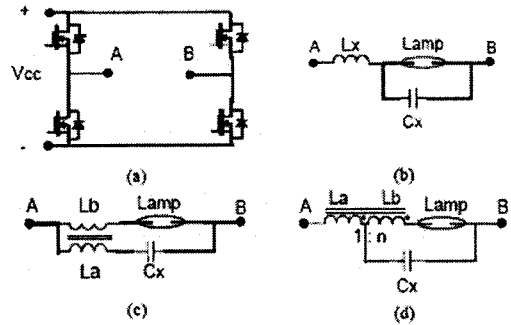


그림 2. 인버터내의 여러 점화 회로 방식 [2]  
Fig. 2. Simulation circuit for igniter [2]

이며 (d)는 auto-transformer를 이용한 방식이다. 본 논문에서는 (c)의 방식에 대해서 시뮬레이션을 수행하였고 시뮬레이션 회로는 그림 3과 같다. HID 광원은 초기 점등 전에는 큰 임피던스 상태로 존재하고 점등 후에는 전력을 소모하는 저항으로 동작하게 된다. 시뮬레이션에서는 이 두가지 상태에 대해서 시간에 따라 제어 스위치에 의해서 다른 임피던스가 구현되도록 설정하였다. 컨버터와 인버터의 동작은 각각 50kHz와 150Hz로 동작하는 것으로 설정하였다.

시뮬레이션에서는 점등시 펄스 전압과 펄스 폭에 대한 설정의 변화를 보고 최종 설계 값을 결정하는 것이 주 목적으로 그림 4와 그림 5는 점화기의 출력의 전압파형이다. 모두 3000V 이상의 펄스를 발생시키고 회로 파라미터에 따라 펄스 폭이 조정됨을 볼 수 있다. 그림 7은 인버터 양단의 램프에

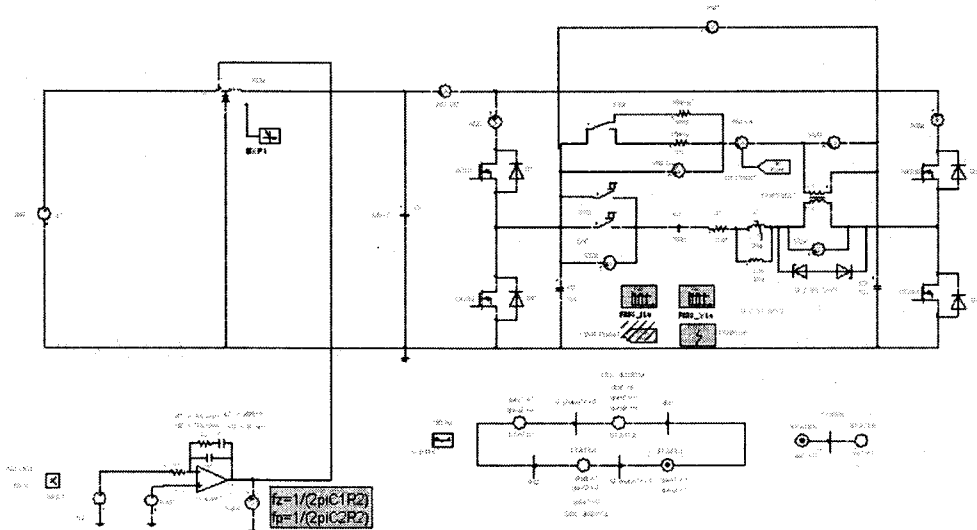


그림 3. 전자식안정기 시뮬레이션 회로  
Fig. 3. Simulation circuit for igniter

인가되는 전압으로 점화 펄스 전압과 함께 인버터의 출력전압이 중첩되어 나옴을 볼 수 있다. 설계에서 중요한 것은 회로내의 소자의 전류, 전압 특성 특히 점화시 인덕터와 커패시터의 내압을 확인하고 코아의 포화여부를 미리 판단하는 것으로 시뮬레이션을 통해서 충분히 예측이 가능하게 된다. 그림 7과 그림 8은 램프가 점화되어 정상상태로 들어가는 과정을 보기 위한 것으로 실제 HID 램프의 물리적 특성이 많이 생략되었지만 안정기 설계에 있어서 참고할 수 있는 내용이다.

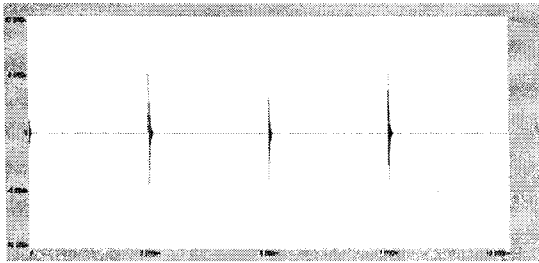


그림 4. 인버터내의 여러 점화 회로 방식 [2]  
Fig. 4. Simulation circuit for igniter [2]

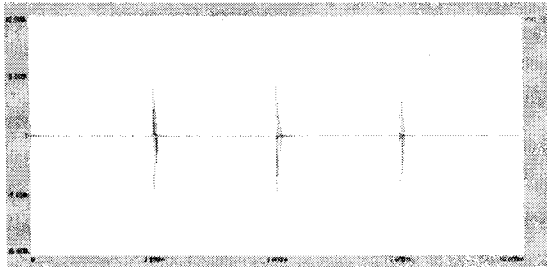


그림 5. 인버터내의 여러 점화 회로 방식 [2]  
Fig. 5. Simulation circuit for igniter [2]

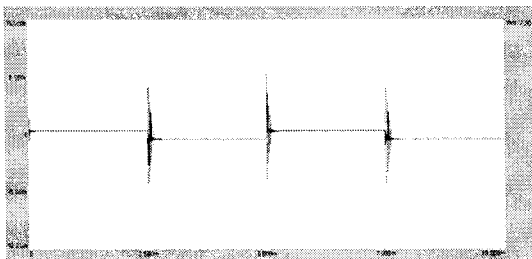


그림 6. 인버터내의 여러 점화 회로 방식 [2]  
Fig. 6. Simulation circuit for igniter [2]

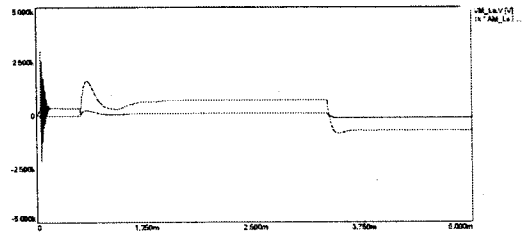


그림 7. 인버터내의 여러 점화 회로 방식 [2]  
Fig. 7. Simulation circuit for igniter [2]

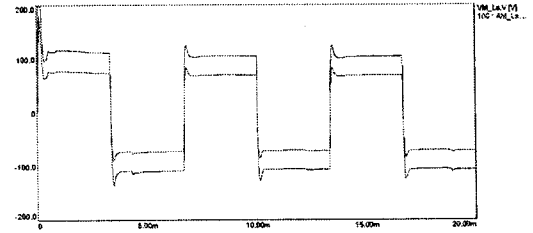


그림 8. 인버터내의 여러 점화 회로 방식 [2]  
Fig. 8. Simulation circuit for igniter [2]

## 5. 결론

본 논문에서는 HID광원용 전자식안정기에서 시동시 필요한 점화회로에 대해 고찰해보고 가장 보편적으로 사용하는 저주파 구형파 전류 구동 방식의 전자식 안정기회로를 대상으로 점화기를 설계할 수 있도록 시뮬레이션 방식을 구현하였다. 광원의 특성은 점화 전과 점화 후의 임피던스 변화를 반영하여 안정기 설계시 참고가 될 수 있도록 하였고 이는 다른 형태의 안정기나 점화회로에 대해서 동일하게 구현이 가능하다. 그러나 HID광원의 복잡한 시동과정을 보다 관찰하기 위해서는 시동시 세밀한 특성 구현이 회로적으로 보완이 될 필요가 있으며 이에 대해서는 연구가 진행 중이다.

## 참고문헌

- [1] M. W. Fellow, "A Study of the High Intensity Discharge Lamp-Electronic Ballast Interface", Industry Applications Conference, pp. 1043-1048, 2003
- [2] Wenduo Liu, et al, "High Power-density Igniter with Integrated LC Resonator for Low Wattage HID Ballast", Industry Applications Conference, pp. 1945-1948, 2005