

**특집 : 전력전자의 조명기술에의 응용**

# 자동차 램프에의 전력전자 기술 응용

이 규 찬

((주)인터파워 대표이사)

## 1. HID(High Intensity Discharge) 램프 헤드라이트 시스템 개요

고압방전등은 과거에는 주로 옥외용 또는 산업용으로 사용되어 왔으나 최근에는 램프 용량의 다양성 및 구동특성의 개선으로 인하여 사무실, 상점 및 옥내용으로 응용 범위가 넓어지고 있다. 특히 자동차용 전조등(Head light)에 응용이 가능하게 되어 향후 많은 응용분야가 기대되는 조명등이다.

고압방전등의 동작특성은 형광등과 유사하나 형광등보다 발광공단이 작아, 램프 내부의 온도 및 압력의 변화폭이 넓어 동작특성이 광범위하게 변화하는 특성이 있다. 따라서 방전등이 완전히 점등하기 위해서는 내부온도 및 압력을 적정 수준으로 높여주는데 소요되는 시간(run-up시간)이 필요하며, 보

통 방전등은 평균 2~6분정도 걸린다. 또한 일단 구동되어 동작시키다가 소등한 후에도 내부 온도 및 압력이 높은 상태를 유지하기 때문에 초기 구동시 매우 높은 점등전압이 필요하게 되거나, 또는 온도 및 압력이 초기상태로 떨어지기까지 기다리는 시간(재점등 시간)이 필요하다. 이 시간은 평균 5~15분 정도가 요구된다. 따라서 현재까지 응용은 점등 및 소등이 빈번하지 않은 응용분야, 즉 옥외조명용 가로등과 같은 응용에 많이 사용되고 있다.

위와 같은 특성을 가지는 고압방전등은 그 특성에 따라 수은등, 나트륨등, MHD (Metal Halide Discharge)등으로 나누어지며, 각각은 스펙트럼분포 및 광효율 등에서 다른 특성을 가지고 있다. 이중 MHD등은 연색성이 좋아 고품질 조명이 필요한 곳, 주로 사무실용 건물의 다운라이트, 경기장조명



그림 1 할로겐 램프(왼쪽)와 MHD램프(오른쪽)의 야간 시야도 비교

표 1 MHD 헤드라이트 시스템의 특징

높은 색온도	사물의 판독을 좋게하여 운전자신호 및 도로표지판의 판독을 쉽게한다.
많은 광량	운전자 시야를 넓혀준다.
좀더 효율적인 광원	전력소비량 감소
필라멘트가 없다	전구의 수명이 길다.
독특한 푸른/흰 광	차 외관이 독특하고 수려하게 하여 차별화가 가능하다.
등 사이즈를 감소	자동차 전조등의 다양화

등에 사용되어 왔으나, 소형 MHD등의 개발에 의해 그 응용 분야가 주로 형광등이나 할로겐등이 사용되는 곳까지 넓어졌다. MHD등의 높은 광효율에 의한 에너지 절감 특성으로 에어컨 용량의 감소가 예상되며, 특히 자동차 전조등에 사용이 고급차를 중심으로 계속 증가될 것으로 예측된다.

자동차용 전조등은 자동차가 개발된 초장기에는 방전등을 사용하였으나 그후 할로겐등의 개발에 의해 현재까지 모든 자동차에서 할로겐등이 사용하고 있다. 그러나 1990년부터 소형메탈등 및 전자식안정기의 개발에 의해 다시 고압방전등, 특히 MHD등의 사용이 특수목적의 자동차와 자동차 마니아를 중심으로 서서히 증대되어 최근에는 상용차까지 그 응용이 확대되고 있다. 국내에서도 완성차 업계에서 MHD등의 사용을 고려하고 있으나, 가격의 문제 및 확실한 응용회로의 개발 미비로 현재까지는 고급차종이외에는 사용되고 있지 않는 상태이다. 하지만 2000년 이후부터 MHD등의 야간운행시 안전성이 입증되고 있기 때문에 중형 상용차에 사용이 기대되고 있다. 국내에서도 1998년 현대의 그랜저 XG에 처음 채택되어, 현재 국내 중, 고급형 승용차에 옵션 또는 기본품목으로 채택되어 보급이 확산되고 있다.

현재까지 알려진 MHD 헤드라이트 시스템의 특징은 표 1과 같다.

MHD등을 자동차용으로 사용하기 위한 회로 구성은 그림 2와 같으며, 특히 별도의 이그니터에 의한 20k~30kV정도의 점등 개시 전압이 제공되어야 하고, 점등된 후에도 지속적으로 전류를 조절할 수 있는 장치가 필요하다. 보통 이러한 장치를 안정기라 하는데, 형광등과 달리 MHD등은 그 특성이 복잡하여 여러가지 제어가 복합된 안정기가 필요하게 됨으로서 필연적인 가격상승의 요인이 되고 있다. 안정기의 가격은 과거 1994년에 450\$이었으며, 1997년 이후 본격적인 보급으로 현재는 독일, 일본산 안정기의 가격은 80\$정도로 알려져 있으며, 2000년 이후 국내에서도 국산화에 성공한 업체의 등장으로 현재 50\$정도로 알려져 있다.

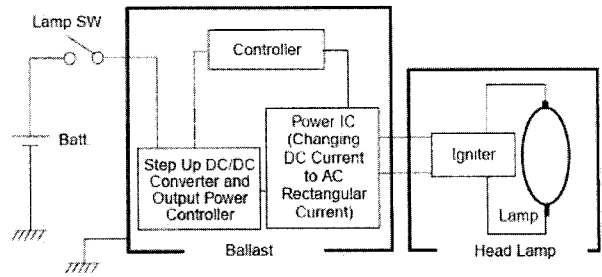


그림 2 MHD 헤드라이트 시스템

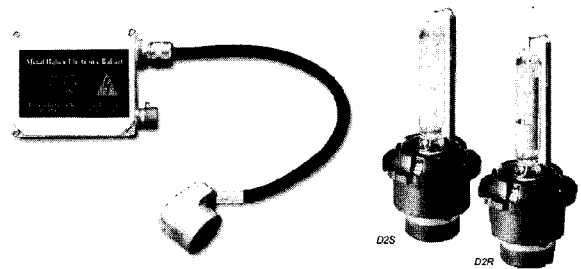


그림 3 자동차용 안정기(이그니터 일체형, 3세대)와 램프(D2 type)

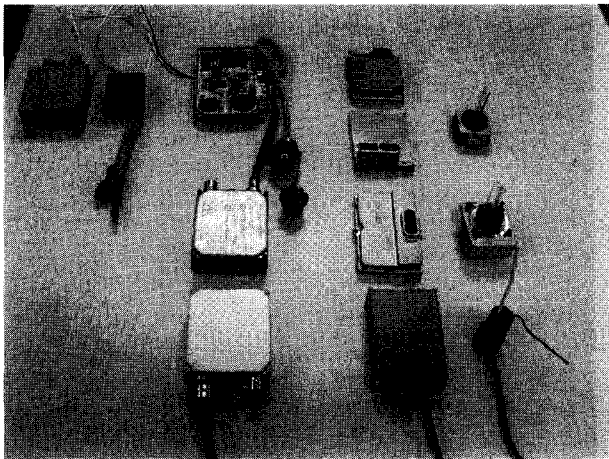
현재까지 자동차용 램프는 주로 OSRAM사 및 Philips사의 제품이 주로 사용되고 있으며, 국내에서도 HID 램프생산 업체가 있으나 아직은 성능면에서 개선이 필요한 실정이다. 안정기는 기존의 자동차 헤드라이트 세트 업체 및 램프 업체에서 주로 개발되고 있다. 그림 3은 국내에서 개발된 자동차용 안정기와 전용램프이다. 또한 전력용 반도체를 생산하는 IR사와 같은 곳에서도 MHD 헤드라이트 시스템에 관심을 두고 전용 모스펫(IRF1310N) 및 DIODE를 개발하고 있으며, Unitrode, Philips, 산켄등에서는 전용 제어기 IC를 개발하여 발표하고 있다.

## 2. 자동차용 안정기 개발 현황

최초로 HID 헤드라이트시스템을 개발 판매되고 있는 제품은 Bosch사의 Litronic 제품으로, 이 회사는 1991년부터 BMW, Porsche(Lemans The 911 GTI)등에 사용되는 헤드라이트 시스템을 개발하여 1996년말 7만대 이상의 판매 실적이 있으며, 이그니터가 일체화된 3세대 제품으로 무게 350g 정도의 Compact 제품을 개발하고 있다. 다음은 독일의 HELLA사로 1997년에 발표된 3세대 안정기는 현재 국내를 비롯하여 여러나라의 자동차에 기본으로 장착이 되고 있으며, 일본에서도 1995년부터 마쯔시다에서 이그니터가 분리된 2세대 안정기를 개발하여, 현재 도요다등 일본 차량업

표 2 헤드라이트 시스템의 비교

	9006 할로겐	LUMIARC HID	Predator XGD	H1 할로겐
W	55	35	35	100
Lumens(lm)	1000	3000	3200	2500
Efficiency(lm/W)	18	86		
d/cm2			6000	2500
색온도	3200	4800		



2세대      3세대      4세대

그림 4 현재 상용화된 자동차용 안정기 (D2 type 과 D1 type)

체들이 채택하고 있다. 미국에서도 OSRAM SYLVANIA사가 LUMIARC 라는 제품을 개발하여 1997년 최초로 Ford사의 Lincoln Mark VIII(상용차)에 기본 장착시켰다. 이외에도 일본의 STANLEY ELECTRIC사, DELPHI사, Valeo사 등에서 MHD 헤드라이트 시스템을 개발 판매하고 있다. 특히 Hella사는 Predator제품에 Xenon Gas Discharge(XGD)등을 사용하여 시스템을 개발하였다.

자동차용 안정기는 이그니터와 안정기본체가 분리되어 있는 2세대 안정기와 이그니터가 본체에 내장된 3세대 안정기로 구분되며, 최근 이그니터와 램프를 일체화하여(D1 램프) 안정기의 소형화가 Slim화를 도모한 4세대 안정기들이 개발되고 있다.

표 2는 이들 시스템 및 기존의 헤드라이트 시스템의 비교 data이다.

현재 국내에서도 현대 그랜저 XG, 에쿠스, 삼성의 SM5등에서 HID 램프 헤드라이트를 사용하고 있으며 자동차 1000

표 3 할로겐 램프와 HID램프의 성능 비교

	Standard Halogen Bulb	HID Light Source
Light Source	Filament	Arc Discharge
Color Temperature	~3,000° K	4,100° K
Lumens/Light Output	700 - 1,000	3,200
Light Source Watts	55W	35W
Life	320 - 1,000 hours	Up to 3,000 hours

만대 돌파라는 자동차강국 답게 자동차 매니아 사이에서 HID 램프의 보급이 확산되고 있다. 그림 4는 현재까지 상용화되고 있는 안정기들로서, 2세대, 3세대, 4세대 안정기가 혼용되고 있다.

사용자 만족도와 에너지 절약의 차원에서의 유용성 측면에서 강점을 보임에도 불구하고 MHD 램프자체의 고유한 부하 특징으로 인한 구동장치의 신뢰선확보 및 이에 따른 여러 제어 모드 동작의 복잡성으로 인해 야기되는 높은 가격이 문제였지만 기술의 발전과 새로운 회로의 제안 등으로 인해 현재는 가격대 성능비에서도 기존의 할로겐 램프를 대체하기에 충분히 지고 있다.

기술적인 면에서 자동차 헤드라이트용으로 사용되기 위해서는 빠른 초기 점등 특성, 순간 재점등 기능, 음향공진의 저감 특성이 필요하며 경제적으로 볼때에도 1/2의 전력소모로 4~5배정도 밝은 빛을 내며, 램프 수명의 증가로 인한 에너지 절감 효과를 가져올 수 있다.

현재의 HID 램프 및 안정기시장은 신뢰성의 우월로 인한 외산 제품들이 주도하는 형국이다. 따라서 이에 대응하는 고신뢰성을 갖는 안정기의 개발 및 보급을 위한 노력은 앞으로의 자동차 시장뿐만 아니라 국가 경제적으로도 중요하다.

### 3. 자동차용 안정기의 구성

그림 5는 현재 시판중인 자동차 헤드라이트용 HID 안정기의 블록도이다. 35W 정출력 제어 메커니즘으로 구성되어 있으며 다음과 같이 구분해 볼 수 있다.

#### 3.1 승압 컨버터

배터리 입력을 받아서 85V의 램프 정격전압을 공급하기 위해서 승압 컨버터가 필요하고 주로 플라이백방식의 컨버터를 사용하고 있다. 플라이백 방식은 입력 필터에 큰 리플전류가 흐르는 단점이 있지만, 1개의 마그네틱 부품만을 이용하기 때문에 안정기의 소형화가 가능하여 현재 상용화된 대부분의 안정기가 채택하고 있다.

플라이백 컨버터의 출력전압은 인버터를 통해 램프에 교류

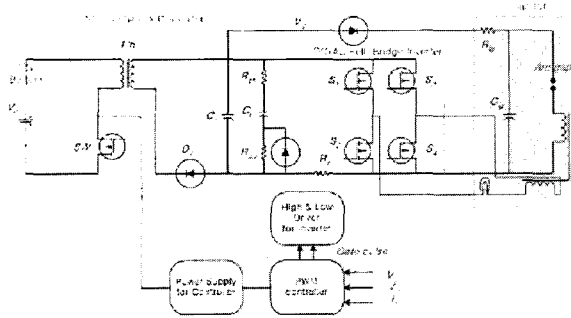


그림 5 자동차용 HID 안정기 기본 회로

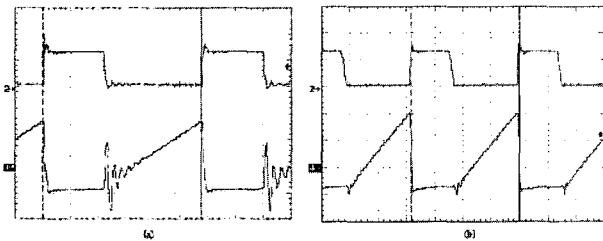


그림 6 CCM 방식과 CRM 방식(스위치 양단 전압 과 전류)

전력을 공급함과 동시에, 별도의 이그니터에 공급되는데 보통 이 전압은 높으면 높을수록 이그니터 고압변압기의 부담을 줄일수 있지만, 뒷단의 인버터 스위치의 내압을 고려하여, 400V로 한다. 최근에는 별도의 회로를 부가하여, 램프에 공급되는 전압과 이그니터에 공급되는 전압을 분리하여, 램프에는 400V, 이그니터에는 600V 또는 800V를 공급하여, 이그니터 변압기의 소형화를 도모하고 있다.

이그니션후 램프가 구동되면 출력전압이 램프 전압이 되도록 출력단 콘덴서는 매우 작게 하여야 한다. 출력단 콘덴서를 크게하여 컨버터가 전압원이 되면, 램프내 아크가 어떤 원인에 의해 궤적이 바뀌면 양단에 전압차이가 생겨 램프가 소등된다. 컨버터의 제어에는 PWM 방식을 사용하여, CCM 방식을 사용하지만, 일부 안정기(Hella, Interpower)에서는 고효율화 및 저노이즈를 위해 CRM 방식을 채택하고 있다. 그림 6은 CRM 방식과 CCM 방식에서 스위치전류 및 양단 전압을 나타낸다.

플라이백 1차측에 batte리 전압의 극성을 반대로 컨버터에 인가할 때 시스템이 동작하지 않도록 그림 7과 같은 역전압 방지 회로를 부가한다. 역전압 방지회로는 주로 다이오드를 사용하는데 직렬로 연결하면, 다이오드에 의한 손실이 많기 때문에 입력전압 라인에 역으로 달아, 역전압이 인가되었을 때 휴즈를 끊는 방식을 사용한다. 그러나 통상 이 방식은 휴즈를 끊어버리기 때문에, 사용자의 편의를 도모하기 위하여

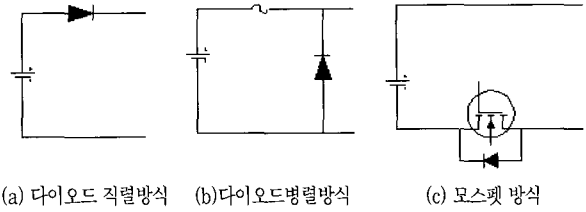


그림 7 입력 역전압 차단 회로

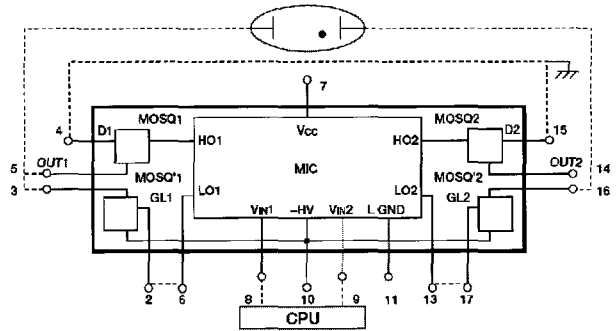
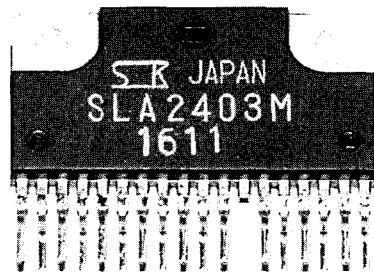


그림 8 SLA2403M 외관과 내부 구성도

모스펫을 사용하여 동기정류기에서의 동작과 같게 구성하였다. 이 방식에서는 역전압이 인가되면 모스펫 내부의 역방향 다이오드에 의해 차단되고, 순방향 인가시에는 모스펫내부의 다이오드를 통해 동작이 되면 모스펫을 도통시켜 동기정류기로 동작시켜 손실을 최소화 한다.

### 3.2 Full Bridge 인버터

HID 램프는 직류 구동도 가능하지만 램프의 수명을 생각해 볼 때 양 극을 고루 사용할 수 있는 교류 출력을 사용하는 것이 바람직하다. 따라서 플라이백 컨버터출력을 교류로 변환하기 위한 인버터가 필요하며, 통상 램프의 개방단자전압을 확보하기 쉬운 Full Bridge 인버터를 사용한다. 보통 4개의 IGBT또는 모스펫과 드라이버 IC로 인버터를 구성하게 되는데, 일본 Sanken사에서는 네가티브 구동 차량용 안정기전용 인버터 IC SLA2403M을 개발하였다.

통상 자동차용 안정기에서는 램프의 출력선의 극성을 차체 접지에 대하여 '-' 방향으로 구동하는 negative 방식을 사용한다. 통상 사용하는 '+' 방식은 램프 내부에 있는 나트륨 이온이 서서히 증발하기 때문에 램프 메이커에서는 반드시 안정기가 네가티브 방식을 적용하도록 권장하고 있다. 현재 상용화된 모든 OEM용 안정기와 인터파워 안정기만이 이규정에 따라 네가티브 구동방식을 채택하고 있으나, 대부분의 국내, 대만, 중국산안정기는 포지티브 방식으로 램프를 구동하고 있어 램프의 수명저하가 예상된다.

### 3.3 Ignition unit

램프의 기동을 위한 고 전압 발생을 위한 회로이다. 수십kV의 전압 발생을 위해서 아크갭과 고압 변압기를 사용한다. 아크갭의 방전으로 인한 순간적인 전류 변화로 고압 변압기 2차측에 높은 전압을 유지하는 방식으로 설계되었다.

### 3.4 제어전원

자동차용으로 사용하기 위해서는 배터리 전압이 6V까지 떨어졌을때도 동작을 하여야 하기 때문에 제어전원을 배터리전압으로 이용할 수 없다. 6V에서는 일반적으로 모스펫의 구동이 불안정하기 때문이다. 따라서 배터리 전압이 저하될 때 일정한 제어전원 및 게이트 드라이브전원을 얻기 위해서 별도의 컨버터를 사용하여야 한다. 통상 그림 9와 같이 별도의 컨버터를 구성하여 사용하거나, 플라이백 컨버터를 이용하여 정전압을 얻어 제어 전원으로 사용한다.

### 3.5 제어회로

안정기는 램프의 전압, 전류 특성에 따라 여러가지 동작 모드가 필요하게 된다. 구간별로 크게 정전압, 정전류, 정전력

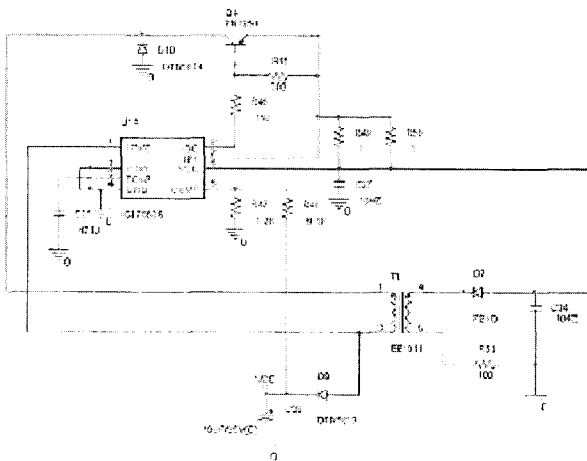


그림 9 제어전원 회로도

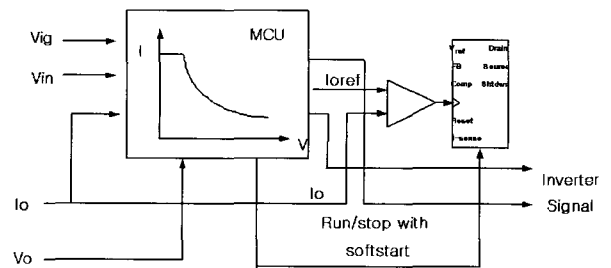


그림 10 안정기 제어기 블록도

모드가 필요하며 그림 10의 블록도와 같이 Micro controller(MCU)를 사용하여 정전력제어를 하게 된다. 출력 전압 센싱을 통해 MCU로부터의 전류 기준치를 계산하여 출력하여, 실제전류를 비교하는 방식을 택한다.

제어기에는 전압 제어회로, 전류 제어회로, 전력제어 회로를 통한 플라이백 컨버터 PWM신호 출력 외에도 Full Bridge 인버터 드라이브 신호 발생, 과전압 보호기능을 탑재하고 있다. MCU 내에는 정전력제어를 위한 데이터가 저장되어 있으며 이 데이터는 점등후 초기 70W 제어에서 정상상태에 35W제어가 가능하도록 설정되어 있다.

## 4. 자동차용 안정기 요구사항

HID 안정기 제작의 어려움은 무엇보다도 램프고유의 특성에서 기인한다. 내부 압력과 온도에 따라 다양한 특성을 나타내며 같은 제조사 제품의 경우에도 각 램프마다의 고유값이 다르기 때문에 각 특성에 알맞은 제어가 필요하다. 램프 특성과 수명, 안전규격등에 유의하여 제어하기 위해서 다음의 사항을 고려해야 한다. 현 시스템에서 이용되는 기법과 연계하여 서술한다.

### 4.1 Acoustic resonance

먼저 정상상태 특성 중 가장 구동 회로에 영향을 주는 것은 Acoustic Resonance이다. 현상을 피하기 위한 대책으로 램프의 형상을 조정하는 방법등 여러 가지 방법이 제안되었으나 구동회로 측면에서 보면 구동전류의 기본파 주파수와 밀접한 관련이 있다. 따라서 구동전류의 기본파 주파수를 Acoustic Resonance가 일어나는 주파수를 피하여 구동하는 방법을 사용한다. 이중 가장 간단한 방법이 DC 구동이다. 그러나 DC 구동 시에는 램프의 양단 중 한쪽에서만 계속 전하를 방출하여 지속적으로 사용 시 형광등의 흑화 현상과 같이 램프의 한쪽 면이 어둡게 되고, 방출하는 쪽이 닳아 결국 램프의 수명을 단축하게 된다. 따라서 구동전류는 교류가 되어야 한다. 소형 MHD 램프의 Acoustic Resonance 가 일어나는 주파수는 대

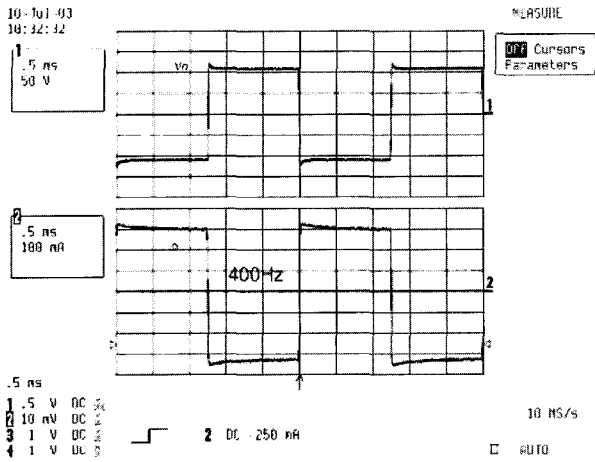


그림 11 정상상태 램프 전압, 전류파형

략 10kHz~500kHz 정도로 알려져 있다. 따라서 이 영역을 피하기 위해서는 10kHz 이하의 저주파 영역에서의 동작과 500kHz 이상의 고주파 영역에서의 동작으로 나눌 수 있다. 10kHz 이하에서 구동 시에는 Audio Band 이기 때문에 소음 문제를 야기한다. 따라서 저주파 구동 시에는 수십~200Hz 정도의 아주 낮은 주파수를 사용할 수밖에 없다. 또한 500kHz 이상의 고주파구동도 최근 시도되고 있으나 이 경우 스위칭 손실의 증가를 억제하기 위한 Soft Switching 기법의 도입이 필요하다. 최근에는 Acoustic Resonance 내의 다소 넓은 안정주파수 범위 내에 있는 주파수로 구동한다든지, 주파수를 가변시키며 구동하는 방법 및 기본과 전류에 고주파를 삽입한 방법 등 복잡한 제어에 의해서 Acoustic Resonance를 피하는 방법도 많이 개발되고 있다. 그러나 자동차 헤드라이트 시스템과 같은 분야에서는 일단 Acoustic Resonance가 발생하면 운전자의 안전에 위협을 주기 때문에 확실한 방법이 아니면 채용하기 어렵다. 따라서 현재 상용화된 안정기는 저주파 구동방식을 채택하고 있으며 그림 11과 같이 400Hz의 인버터 출력 주파수로 구동되고 있다.

#### 4.2 Ignition

HID 램프의 ignition 전압은 램프의 내부 압력, 온도, 전극의 간격등에 따라 다르지만 통상 4kV~30kV이다. HID 램프는 cold 램프일 때는 낮은 전압으로 구동되지만, hot 램프일 때는 매우 높은 전압으로 구동된다. 자동차용으로 사용하기 위해서는 cold 램프 및 hot 램프의 구동이 필요하기 때문에 통상의 안정기와는 달리 cold 시간(일단 램프를 구동하다가 끄면, 일정 시간동안은 재점등하지 못하도록 하는 시간)을 부여할 수 없다. 따라서 매우 높은 고압을 발생 하는 별도의 Ignition unit을 사용한다.

Ignition unit은 충전저항Rig, 콘덴서 Cig, 스위치, 고압변압기로 구성되어 있다. HID 램프는 ignition 전까지는 개방회로로 간주할 수 있다. 이 때 안정기의 개방단자전압(DC 단전압)을 통해 ignition 콘덴서를 충전하고, 이 전압이 스위치의 도통전압까지 상승하면, 고압변압기의 1차권선에 수us의 펄스전류가 흘러 변압기 2차단에 매우 높은 전압이 유도된다.

스위치 소자는 매우 높은 di/dt(100A/us)를 가져야 하기 때문에 현재까지 이 조건을 만족하는 반도체 스위치는 거의 없다. 따라서 대부분의 회사에서 이그니터는 스위치로 아크갯을 사용한다. 이 스위치는 매우 빠른 breakdown 시간(통상 50ns 이하)을 가지고, 수백 A의 전류를 흘릴수 있다.

고압변압기는 ignition 펄스가 매우 빠른 상승 시간(수 us 이하)을 갖기 때문에 높은 주파수특성을 갖는 코어로 제작하여야 한다. 또한 1,2차간 interwinding 캐패시터와 2차단 캐패시터는 병렬로 2차단 인덕터와 low pass 필터동작을 하므로 고압발생을 어렵게 하기 때문에 interwinding 캐패시터를 최소화 하는 구조를 가져야 한다. interwinding 캐패시터를 최소화 하기 위해서는 가능한 한 권선수를 작게 하여야 한다. 이것은 변압기의 권선비를 너무크게 할수 없다는 것을 의미하며, 이것 때문에 가능한 한 DC단 전압을 높일 필요가 있다.

#### 4.3 Take over current

이그니터의 전압이 충분히 높아 램프 램프를 break down 시켜, 램프내부 가스들과 금속들을 이온화 시키고 난 직후 수 ms동안 충분한 전류를 공급해야만 한다. 이 전류에 의해 램프는 글로우상태에서 아크상태로의 천이이 이루어지며, 방전 상태를 유지 할 수 있다. 이 전류를 DC-DC 컨버터에서 공급해야하는데 컨버터의 응답이 빠르지 못하므로 별도의 콘덴서를 설치하여, 충전된 에너지에 의해 컨버터가 반응할때까지 이 전류를 담당한다. 이 전류를 Take over 전류라 하며, 이 때 방전하는 콘덴서를 take over 콘덴서라 한다.

램프가 glow 상태에서 arc 상태로의 천이 과정은 아직까지 확실하게 규명되지 못하고 있다. 따라서 Take over 콘덴서의 크기와 Take over current의 크기는 실험적으로 구할 수밖에 없다.

#### 4.4 전압, 전류, 전력 제어 모드

그림 12와 같이 램프가 처음 ignition되기까지 전체 시스템은 전압 제어모드로 동작한다. ignition 이후 takeover current부터 warm up 구간까지는 전류 제어모드로 동작하며 이후에는 전력 제어모드로 동작하게 된다. 제어기에서는 전압제어기와 전류제어기의 자동절환 회로의 사용으로 이를 해결하고 있으며 전력제어에 있어서는 앞서 말한 바와 같이 MCU에 의한 전력제어를 사용하고 있다. 점화 후 램프의 아크 방전상태에서 과도상태 시간을 짧게 하는 것은 램프의 정

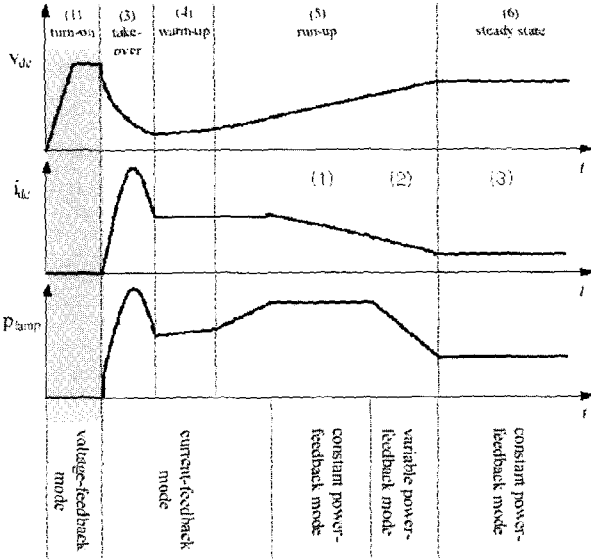


그림 12 각 구간별 제어 모드

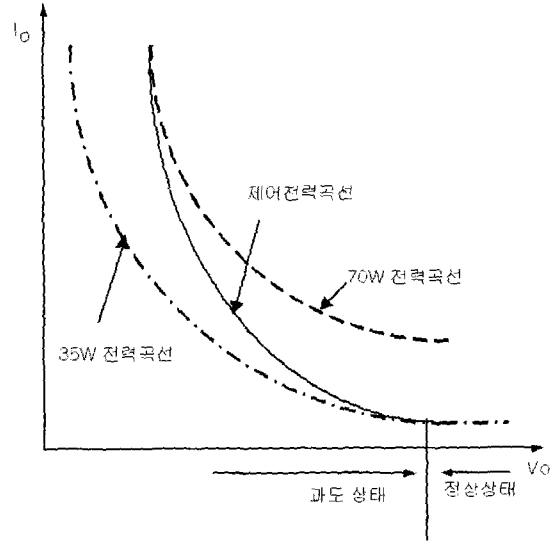


그림 13 과도 및 정상상태에서의 램프 전압과 제어전류의 관계

상상태에서의 전력보다 큰 전력을 공급함으로써 가능하다. 이때 SAE규격에 준수하고 과도한 전력은 램프의 수명에 영향을 미치기 때문에 run-up 시간에서의 적절한 제어가 필수적이다. 램프는 수초간 정전압 부하(15-20V)로서 동작하고(그림 12의 (1))→ 그후 시간의 경과에 따라 그 양단 전압을 서서히 올리는 특성을 갖으며(그림 12의 (2))→ 정상상태에 도달하면 램프의 양단 전압은 램프의 특성에 의해 일정한 값으로 고정된다(그림 12의 (3)). 이에 대해 램프의 정상상태 도달시간을 최소화하기 위해 다음과 같은 제어 방식을 적용한다.

4.4.1 1구간

정상상태의 전력(35W)의 두 배 이상 되는 전력을 램프에 공급한다 이때 램프는 정전압 부하로 동작하므로 충분한 전류를 램프에 흘려줌으로서 전력 공급이 가능하다. 또한 과도한 전류가 흘러 들어가는 것을 방지하기 위하여 과전류 보호회로도 적용하였다.

4.4.2 2구간

전구의 온도가 상승함에 따라 램프의 전압이 상승하는 구간이다. 이 구간에서는 램프의 관내 압력을 빠르게 높이기 위하여 전압 상승 구간에서 정격보다 높은 전력을 공급함과 더불어 정상상태에서는 정격 전력이 되도록 하여야 한다. 하지만 공급전력의 불연속은 피해야 되는데, 이는 정격보다 높은 전력을 정상상태 도달시까지 계속적으로 공급한 후 순간적으로 정격 전력으로 변경할 경우 램프의 밝기에 불연속성(과도하

개 밝아졌다가 순간적으로 약간 어두워짐)이 생기고 정상상태시의 전력 과잉공급으로 인한 램프의 수명이 단축될 우려가 있기 때문이다.

이에 따라 제어기에서는 램프의 전압 상승에 적응하여 초기 과잉 전력을 정상상태시에 정격전력이 되도록 램프 전압에 따라 제어를 행한다. 이에 대한 램프 전압에 대한 제어 전력 기준치의 형태가 그림 13에 표시되었다.

4.4.3 3구간

정상상태에서 램프의 전압은 일정하지만, 사용시간의 경과에 따라 경시적인 변화가 생긴다. 또한 축전지 전압의 변동을 고려할 때 컨버터는 램프의 전력 변동을 조절하여 주어야 한다. 따라서 컨버터는 정상상태 전력이 변할 경우 이에 상응하는 제어동작을 하도록 하기 위해 전력제어루프가 그림 13의 정상상태 35W 전력곡선에서 동작하도록 한다. 각 램프의 전압이 각기 다르다는 점도 이 구간의 제어에서 고려해야 할 사항이다.

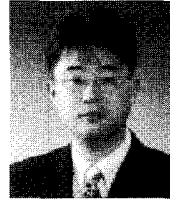
5. 결론

최근 자동차에서 고압방전등 헤드라이트의 채용이 증가함에 따라, 전력전자 기술의 응용분야인 고압방전등 안정기에 대한 관심이 증가하고 있다. 보통 이런 신제품의 개발은 독일과 일본과 같은 선진국에서 먼저 시작하고, 국내에서 이를 따라가는 경향이 있다. 자동차용 안정기분야에서도 시작은 비롯 늦었지만, 최근 국내업체들의 활발한 연구 개발로 그 차이

가 매우 좋아지고 있다. 일례로 독일 Hella가 1997년에 3세대 안정기를 발표하고, 국내에서는 2002년에 3세대 안정기가 발표되었지만, 4세대 안정기는 2002년에 Hella에서 발표한지 2년후에 국내에서도 개발이 완료되고 있다. 향후 5세대 안정기(안정기와 레벨링제어기의 결합방식)와 같은 신제품에서는 선진국과 동일한 시기에 개발될 것으로 기대된다.

그러나 자동차용 안정기와 같은 전력전자 응용제품은 고가격, 저신뢰성 문제를 해결하여야 하기 때문에 아직까지 국내에서 개발된 안정기는 차량메이커에 OEM으로 채택되지 못하고 있다. 이를 위해서는 보다 정밀한 전력전자 기술의 개발과 동시에 차량용 부품에 대한 국제규격의 이해와 시험에 보다 많은 노력이 있어야 하지만, 현재 차량용 다른 부품에 비해 많은 연구가 진척된 분야로 향후 국내에서 개발된 안정기의 OEM 채택이 기대된다. ■■■

## 〈 저 자 소 개 〉



### 이규찬

1964년 6월18일생. 1987년 서울대 전기공학과 졸업. 1987년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2001년 동 대학원 전기공학부 졸업(박사). 1989년~2000년 효성중공업 책임연구원. 1995년~2002년 동양공업전문대학 겸임교수.

2000년~현재 주식회사 인터파워 대표이사.