

131W 저압 나트륨 램프용 고효율 전자식 안정기 개발

(Development of a High Efficiency Electronic Ballast for Low Pressure Sodium Lamps)

(이진우, 최현배, 박재권, 박기도*)

(Chin-WooYi, Hyun-Bae Choi, Jae-Kweon Park, Ki-Do Park)

호서대학교 전기정보통신공학부, CLTech

요 약

본 논문에서는 91[W] 저압 나트륨 램프용 고효율 전자식 안정기를 제작하여 전기적 특성을 측정하였다. 개발된 고효율 전자식 안정기는 입력 전압 220[V], 입력 전류 641[mA], 입력 전력 137[W], 역률은 99[%], 전류 고조파 함유율 13[%]로 측정되었다.

1. 서 론

지금까지의 조명 기술은 고효율 장수명, 고연색성 광원 개발이 주류였으나 최근에는 에너지 절약과 자원의 효율적 이용을 통한 지구 환경 보호를 주목표로 하는 기술 개발이 이루어지고 있다.

주 연구 개발 분야로는 광원 재료의 신물질 개발과 개선, 광원의 형상 개선 및 점등 시스템 개발 그리고 전자회로 개발과 무전극 방전등에 대한 투자가 이루어지고 있다.

저압 나트륨 램프는 거리조명에 대해서 최초의 현대의 방전램프였다. 저압 나트륨 램프가 발명된 이후 줄곧 저압나트륨램프는 인공적인 광원중에서 최고의 효율(190[lm/W])을 가지고 있으며, 두 개의 공진선을 가진다.(589.0과 589.6[nm])

저압 나트륨 램프의 최적의 관벽 온도는 260[°C]이고 이때의 나트륨 증기압은 0.4[Pa]이다. 평균수명은 9,000[시간]이고 광속유지율은 80~85[%]로 동정특성도 좋다. Ra가 28이며 광색은 등황색의 단색광이므로 색의 식별은 할 수 없으므로 용도는 연색성이 문제되지 않는 도로나 터널 등의 옥외조명에 한정되고 있으며 일반조명에는 부적합하다.

높은 효율의 등황색 빛을 가지는 저압 나트륨 램프는 안전 목적으로는 적당하며, 다른 중요한 이익은 낮은 휘도 수준과 낮은 동작 온도이다. 낮은 휘도는 저압 방전의 결과이고, 눈부심의 위험을 줄인다.[1][2]

보조개스로는 Ne에 미량의 Ar을 혼합한 페닝가

스를 봉입하여 시동전압을 낮추는데 사용되며, 또한 최적의 광 출력을 필요로 하는 것보다 약간 더 높은 압력으로 주어진다. 이것은 전극과 램프수명을 연장하기 위한 것이다.

전기 에너지 수요의 20[%]에 달하는 조명 분야의 대부분은 방전 램프가 차지하고 있는데, 이들 방전 램프들은 부저항 특성을 가지며 높은 방전 개시 전압이 필요하기 때문에 안정된 점등을 위해 전류를 제한하고 충분한 방전 개시 전압을 얻기 위한 안정기가 필요하다. 이러한 안정기를 디자인하는데 있어서 심각하게 고려되어야 할 점은 램프 전력에 대한 최대 값과 램프 전압이다.

현재 주로 사용되고 있는 저압 나트륨 램프용 안정기는 상용주파수에서 동작하는 자기회로식으로 부피가 크고, 무거우며, 소음이 많고 안정기에서 전력손실이 많이 발생하는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 20~30[kHz]의 고주파로 동작시키는 전자식 안정기가 개발되었는데, 고주파로 동작시키면 조광효율이 10~20[%]가량 증가하게 되며 자기회로에 의한 방식에서의 플리커(Flicker) 현상을 없앨 수 있는 장점이 있다. 반면 수 십[kHz]의 램프 구동전압으로 변환하는 고주파 인버터(Inverter)가 필요하다.[1][3]

총수요 에너지의 90[%]을 수입에 의존하는 우리나라로서는 고효율 기기 개발에 의한 에너지 절약과 자원의 효율적인 이용이 절대적으로 필요한데, 이러한 의미에서 온도 및 습도 등의 열악한 환경에 사용할 수 있는 경량화 된 고효율 및 높은 신뢰성을 갖는 전자식 안정기를 개발하여 사용할 경

우 과급효과는 대단히 크며 수출 증대에도 상당히 기여할 수 있으리라 생각되므로 저압 나트륨 램프용 고효율 전자식 안정기의 개발은 필수적이라 하겠다.

본 논문에서는 131[W]용 저압 나트륨 램프용 고효율 전자식 안정기를 제작하여 입력 전압, 입력 전류, 역률, 입력 전력 등의 전기적 특성을 측정하였다.

2. 본 론

2.1. 회로 구성

개발된 전자식 안정기의 블록도는 <그림 1>과 같고, 회로도도는 그림 2와 같다.

<그림 1>의 서지 보호 회로는 입력측으로부터 낙뢰 및 순간 고전압이 인가될 경우 서지 보호부에서 2차측 회로를 보호한다.

또한 EMI 및 고조파 성분이 전원측으로부터 인입, 발산되지 않도록 하여, 60[Hz]의 교류 전원을 직류로 변환하고 구형파를 정현파로 변환시키도록 회로를 구성하였다.

그 후에 램프의 정격 관전류를 흐르도록 하였다.

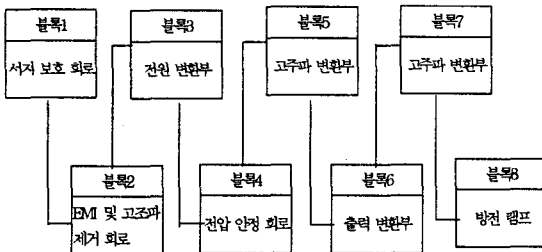


그림 1. 저압 나트륨 램프용 고효율 전자식 안정기 블록도

Fig 1. A Block diagram of high efficiency electronic ballast for low pressure sodium lamps

2.2. 전기적 특성

제작된 안정기를 입력 전압 220[V]에서 측정하였을 때, 입력 전류는 641[mA], 입력 전력 137[W], 역률은 99[%], 그리고 전류 고조파 함유율은 13[%]로 저 고조파 함유형으로 측정되었다.

또한 시동 전압 768[V], 관전압 139[V], 관전류 900[mA], 그리고 동작 주파수는 22.6[kHz]로 측정되었다. <그림 3>은 측정된 입력 전류 파형이며, <그림 4>는 시동 전압 파형을 도시 한 것이다. 또한 관 전압 파형은 <그림 5>에 관 전류 파형은 <그림 6>에 도시하였다.

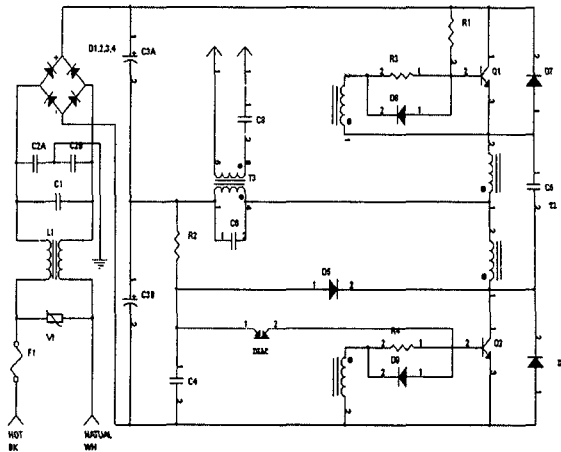


그림 2. 저압 나트륨 램프용 고효율 전자식 안정기 회로도

Fig 2. A Circuit of high efficiency electronic ballast for low pressure sodium lamps

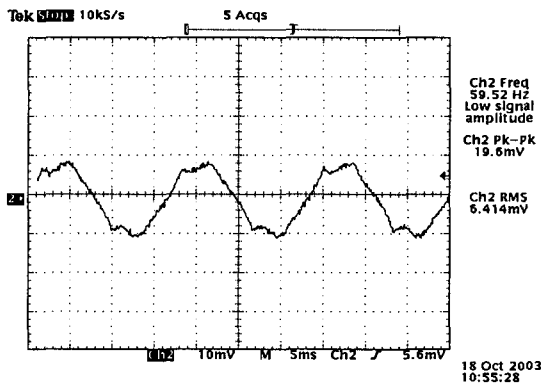


그림 3. 입력 전류 파형

Fig 3. Input current wave form

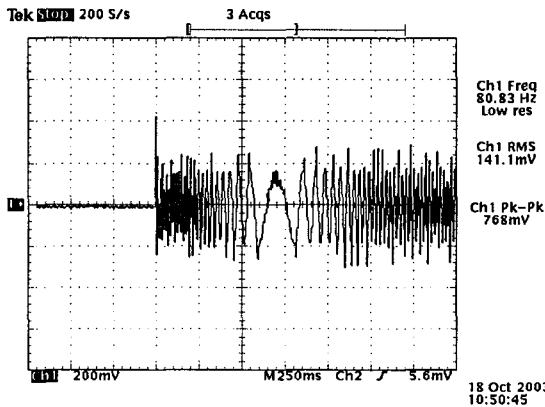


그림 4. 전자식 안정기의 시동 전압 파형

Fig 4. A Starting voltage waveform of all electronic ballast

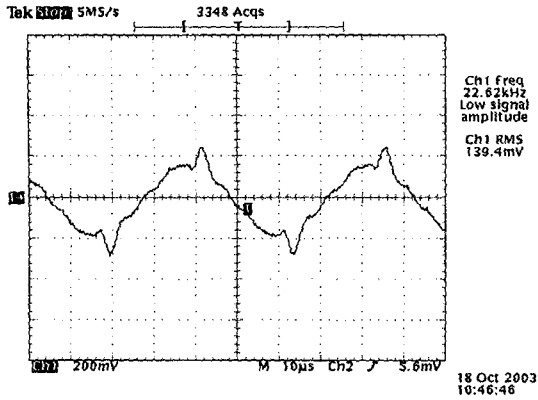


그림 5. 저압나트륨 램프의 관 전압 파형
Fig 5. A Lamp voltage waveform of low pressure sodium lamps

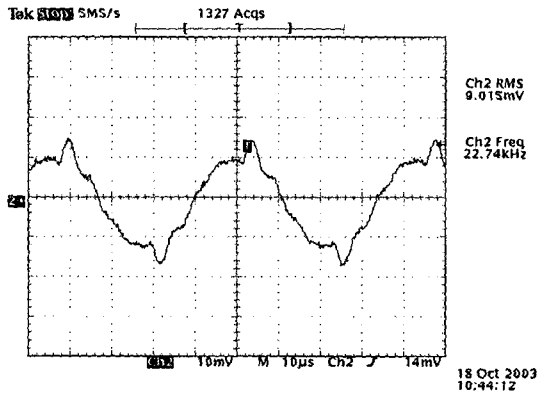


그림 6. 저압 나트륨 램프의 관 전류 파형
Fig 6. A Lamp current waveform of low pressure sodium lamps

다음의 <표 1>은 저압 나트륨 램프용 고효율 전자식 안정기 전기적 특성을 정리한 것이다.

표1. 저압 나트륨 램프용 고효율 전자식 안정기와 자기식 안정기의 전기적 특성

구분	단위	전자식안정기	자기식안정기
입력전력	[V]	220	220
전압변동	[%]	±10	±5
입력전류	[mA]	641	760
소비전력	[W]	137	156
역률	[%]	98.9	98
A THD	[%]	13	16
램프전압	[V]	139	250
램프전류	[mA]	900	640
동작주파수	[Hz]	22,600	60
램프 대 소비전력	[%]	94.8	83.9
시동전압	[V]	768	960
중량	[kg]	1.5	6

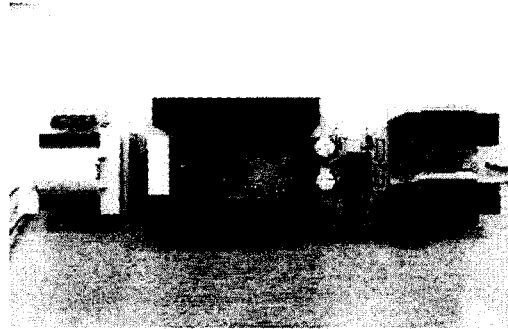


그림 7. 전자식 안정기 사진
Fig 7. A Picture of electronic ballast

3. 결론

본 논문에서는 자기식 안정기보다 효율이 높은 저압 나트륨 램프용 고효율 전자식 안정기를 설계하여 제작하였으며, 입력 전압 변동에도 실제 램프를 안정되게 구동할 수 있었다.

표 1을 분석하여 보았을 때, 일반적인 자기식 안정기에 비해서 입력전류와 소비 전력을 줄일 수 있었으며, 소음도 현저히 감소되었다. 하지만 높은 구동 주파수(22.6[kHz])로 인하여 고조파 함유율이 3[%]정도 낮아진 것으로 측정되었다.

또한 부품의 크기와 수를 줄임으로써 일반적인 자기식 안정기에 비해 무게를 3~4[kg]을 줄임으로써 안정기를 소형, 경량화 시킬 수 있었다.

앞으로 더 높은 출력용 전자식 안정기에 대한 연구가 필요하다고 사료된다.

참고 문헌

- [1] dr Chr. Meyer and ir H. Nienhuis, "Discharge Lamps", Philips Technical Library Kluwer Technische Boeken B.V. Deventer-Antwerpen, pp 141~176.
- [2] 지철근, "조명원론", 문운당, pp78~79, p83, 1998.
- [3] 서남길, 이보희, "고압 나트륨등 구동용 전자식 안정기 개발", 대한전기학회 논문집, pp2789, 1997.7.