

저압나트륨램프용 고효율 전자식안정기 (A High Efficiency Electronic Ballasts for Low pressure Sodium Lamps)

박재권, 최현배, 이진우
(Jae-Kweon Park, Hyun-Bae Choi, Chin-Woo Yi)
씨엘텍(주), 호서대학교 전기정보통신공학부

요약

본 논문에서는 65 [W] 저압나트륨램프용 전자식 안정기를 제작하여 전기, 광학적 특성을 측정하였다. 개발한 전자식 안정기는 구동주파수가 200 [kHz]로, 기존의 25 [kHz] 전자식 안정기에 비하여 20% 이상의 효율향상을 달성하였다.

1. 서론

망막에 빛이 투사되면 광학적 반응을 일으키며, 이것이 전기적 충격을 발생시켜 신경이 흥분되고 신경섬유를 거쳐서 뇌로 전달되어 시각이 발생한다. 눈에서 빛으로 느껴지는 전자파는 380~760 nm의 파장범위이며, 파장 555 nm에서 최대감도를 갖는다.

방사에너지에 의한 밝음의 느낌은 파장과 개인에 따라서 다르지만, 많은 사람들에게 각 파장의 분광방사가 같은 밝음을 느끼게 하는데 필요한 에너지의 역수로 그 정도를 표시하고, 이것을 시감도라 한다.

즉, 비등한 방사속에 대한 방사가 눈에 느끼게 하는 밝음의 비율을 말한다.

파장 555 nm의 방사는 최대시감도로서 680 lm/W이다. 이에 대한 다른 파장의 비를 비시감도(relative luminous efficiency)라 하며, 최대시감도를 1로 하고 다른 파장에 대한 비시감도를 곡선으로 표시한 것을 비시감도곡선이라 한다.

이러한 이유로 555nm의 부근에서 단일 파장을 갖는 광원이 검사용으로 가장 효과적이다. 또한 이러한 조건을 만족시키는 램프로는 저압나트륨(Low Pressure Sodium) 램프가 있다. 이 램프는 효율이 가장 높은 램프이며, 안개나 공해로 인한 스모그 속에서도 빛을 잘 투과하기 때문에 터널이나 도로, 다리 등의 조명용으로 많이 쓰고 있다. 붉은빛

계열의 빛이 푸른빛 계열의 빛 보다 멀리까지 전파되지만, 붉은빛은 눈에 피로를 줄 수 있으므로 그 다음으로 산란이 잘 안 되는 노란색의 빛을 선택하여 나트륨램프를 이용한다.

1932년 네덜란드의 Holst에 의해 개발된 저압나트륨램프(low pressure sodium lamp)는 저압의 나트륨 증기의 방전에 의한 발광을 이용한 것으로서, 나트륨에 견디는 투광성 알루미늄으로 된 발광관을 적외선 반사막이 안쪽에 칠해진 투명 외관이 둘러싸는 구조로 되어 있으며, 그 사이는 고진공으로 유지되고 있다. 발광관의 관벽온도가 260[°C]에서 발광효율이 최대로 되며, 일반 조명용 광원 중에서 가장 높은 190[lm/W]에 달할 정도이나, 광색이 황등색의 단색광으로서 연색성이 좋지 못해 물체 색의 식별이 어려워 터널조명용 등 극히 제한적인 용도에 사용되고 있다. 평균수명은 9,000시간 정도이고 광속유지율은 좋은 편이다.

그런데 이러한 광원을 구동시키기 위해서는 별도의 구동 장치를 필요로 하는데 재래식(철심형)은 무게가 약 6-7 kg정도로 매우 무거워 설치 시 많은 어려움이 있고, 운반비의 증가와, 효율 또한 낮다.

2. 본론

2.1 주파수에 따른 효율변화

그림 1에서 보는 바와 같이 저압나트륨램프는 고유 특성상 동작 주파수가 200kHz가 되었을 때

최대 효율의 정점을 그리는 것을 볼 수 있다.

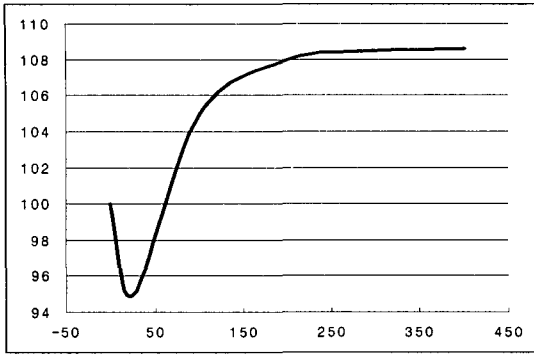


그림 1. 저압나트륨램프의 주파수 특성

2.2. PSpice 시뮬레이션

저압나트륨램프 회로를 설계하고, 회로정수의 결정을 위하여 PSpice 프로그램을 사용하였다.

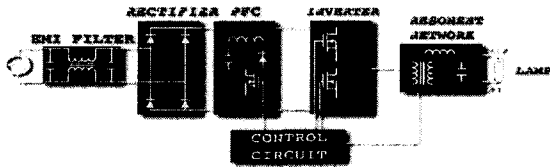


그림 2. 개발한 저압나트륨램프용 전자식안정기 블록다이아그램

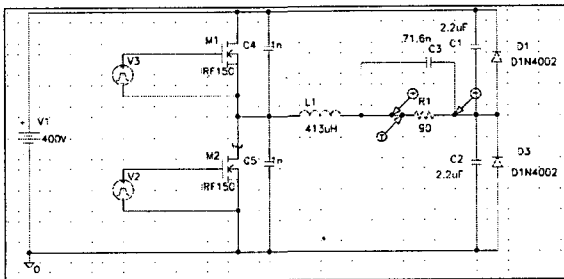


그림 3. PSpice 시뮬레이션 회로

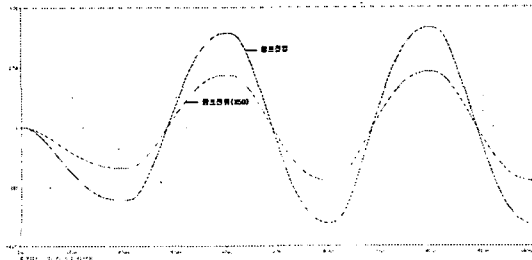


그림 4. 램프전류, 전압의 PSpice 시뮬레이션 결과

개발한 전자식안정기의 블록다이아그램을 그림 2에 나타내었으며, PSpice를 이용하여 전자식 안정기 구동회로를 시뮬레이션을 수행한 결과를 다음 그림3, 4에 시뮬레이션에 사용한 회로와 회로동작파형 및 램프전류, 전압파형을 나타내었다.

2.3. 전자식 안정기의 특성

본 연구에서는 PFC IC로 L6561을 사용하였다. 회로설계는 제작사에서 제공한 매뉴얼을 참고하여 주변회로 소자의 정수값을 계산하였다. 그리고 스위칭 FET의 전류와 전압파형을 오실로스코프로 관찰하면서 최적의 동작을 하도록 소자의 정수값을 미세하게 조절하였다.

제작된 회로에서 역률이 0.99가 됨을 확인할 수 있었다.

FET 스위칭용 IC는 L6569를 사용하였으며, 구동주파수는 25 ~ 200 kHz 범위에서 가변시켰다.

구동주파수 200 kHz의 저압나트륨램프용 전자식안정기의 전체 회로도도 그림 5와 같고, 제작한 시제품의 사진은 그림 6과 같다.

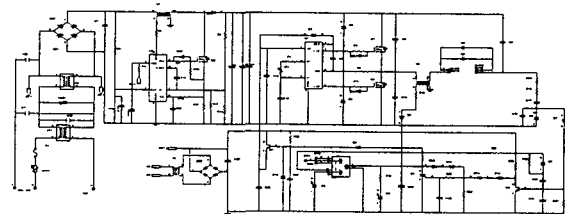


그림 5. 저압나트륨 65 W용 전자식안정기 회로도

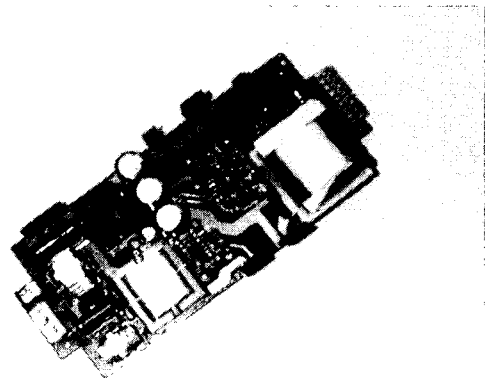


그림 6. 개발한 저압나트륨램프용 전자식안정기

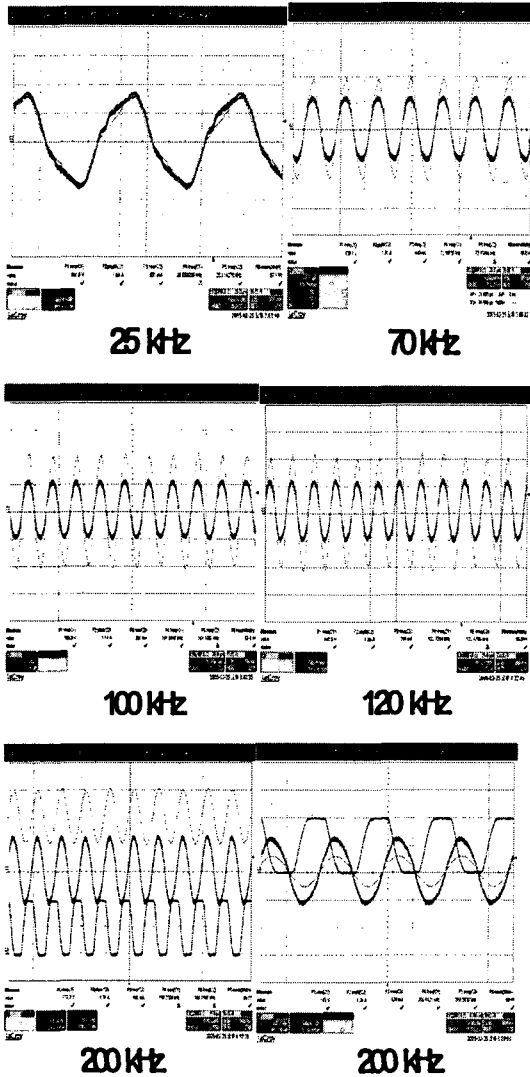


그림 7. 시제품의 주파수변화에 따른 램프전압, 전류 파형

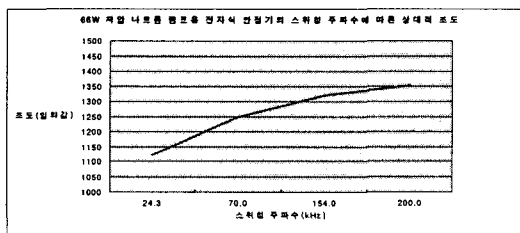


그림 8. 65W 저압나트륨램프용 전자식 안정기의 주파수에 따른 상대적 조도

3. 결론

본 연구에서는 65W 저압나트륨램프용 고효율 전자식안정기를 제작하기 위하여 구동주파수를 200

kHz까지 높은 전자식안정기를 설계, 제작하였다. 시제품의 특성을 측정한 결과 기존의 자기식안정기 대비 15%의 효율향상을 달성할 수 있었으며, 일반 25 kHz로 구동되는 전자식안정기보다는 20%의 효율향상을 확인할 수 있었다.

또한 본 연구에서 얻어진 조명기구 사용 환경과 램프에 대한 조사 자료는 단일과장을 갖는 광원 장치의 적용 및 활용에 유용하게 사용될 것으로 기대된다.

본 연구개발의 결과는 검사장비 시장에서 15% 이상의 에너지 절감 효과가 있을 것으로 기대되며, 조명기구의 신뢰성 향상을 통한 생산성 향상과 더불어 유지보수관리비용의 절감이 기대된다. 또한 국내 내수시장 및 시장개방에 따른 외국업체와의 경쟁력 강화와 더불어 수출에도 상당히 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구에서 얻어진 기술은 단일과장 광원을 이용하는 터널이나 도로, 다리 등의 교통 조명 시스템에 유용하게 사용될 것으로 기대된다.

참고 문헌

1. Abraham I. Pressman, "Switching Power Supply Design", McGraw-Hill, 1992
2. 김희준, "스위치모드 파워서플라이", 성안당, 1993