

# 인가전압의 주파수와 파형이 형광램프의 광효율에 미치는 영향

(Effects of Applied Voltage Frequency and Waveform on the Efficacy of Fluorescent Lamp)

김성겸\* · 노재업 · 이용후 · 이진우 · 이준호

호서대학교 전기공학과

Sung-Kyeom Kim · Jae-Yup No · Yong-Hoo Lee · Chin-Woo Yi · June-Ho Lee

Dept. of Electrical Eng. Hoseo Univ.

## 요 약

본 논문은 인가된 전원 주파수와 파형이 형광램프의 광효율에 미치는 영향에 대해 다루고 있다. 실험결과를 살펴보면 각 파형별 전원전압의 주파수 변화에 따라 광효율은 완만한 증가를 하고 있음을 알 수 있으며, 25[kHz]에서의 각 파형별 인가전압에 따른 램프전압에 대한 FFT분석에 있어 파형에 따른 spectrum power 변화는 크지 않았으며, peak spectrum은 주파수 15[kHz] 부근임을 확인 하였고, 차후로 좀 더 넓은 주파수 대역에서의 실험이 행해져야 할 것이다.

## 1. 서 론

형광램프(fluorescent lamp)는 1938년에 미국 GE의 Inman이 개발하여 이미 반세기를 지나고 상품수명이 성숙기에 도달하고 있다.

형광램프는 백열전구와는 달리 점등장치를 필요로 하지만 광의 질이 높고, 고효율로 경제성도 좋으며 취급도 쉬워 현재 광원의 주류를 이루고 있다.

형광램프를 상용주파수의 교류로 점등하면 반사이클마다 전류의 증감에 따라서 광속이 변화한다. 따라서, 전원주파수의 배의 주파수의 빛의 어른거림이 일어난다. 즉, 보통 전원주파수가 60[Hz]인 우리나라에서는 120[Hz]라는 빠른 발광의 변화가 있으며, 일반적으로 사람의 눈에는 빛의 어른거림이 느껴지지 않으나, 움직이는 물체를 형광램프의 조사광으로 보면 흐릿한 가상이 관찰된다[1].

형광램프는 구동 주파수에 따라 램프자체의 발광효율 및 안정기의 소비전력이 변화하는 성질이 있다. 한 예로 형광램프를 수 십 kHz의 고주파로 구동하면, 램프이 발광효율이 10~20 % 정도 향상되며, 안정기로 사용하는 인덕터에서의 손실도 크게 줄어들게 된다[2].

그림 1 은 전원전압의 주파수의 증가에 따른 광속의 변화를 나타내고 있으며 주파수의 변화에 따라 일정한 형태를 보이고 있다.

따라서 본 논문에서는 인가전압의 주파수와 파형의 변화가 형광램프의 광효율에 미치는 영향을 살펴 보고자 하였다.

## 2. 실험 및 결과

본 논문에서는 전원전압의 주파수와 파형의 변화가 형광램프의 효율에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보기 위해 함수발생기로부터 출력되는 신호를 파워앰프(Spitzenberger+Spies GmbH & Co.KG Model : 4-quadrant-amplifier type PAS 1000)를 이용하여 증폭한 후 파형별로 각각의 주파수에서 입력전압의 크기를 조정하여 램프전류를 0.4[A]로 조정한 후 램프전압과 램프전류의 파형 그리고 일정한 거리에서의 조도를 측정하였고 형광램프는 B사의 FL40EX-D를 사용하였다.

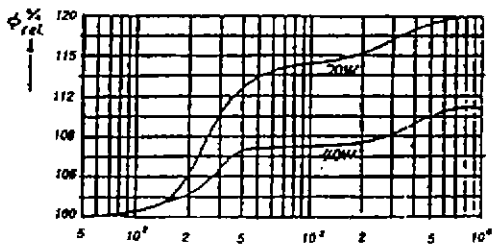


그림 1 주파수와 비광속과의 관계 (20, 40 W FL)

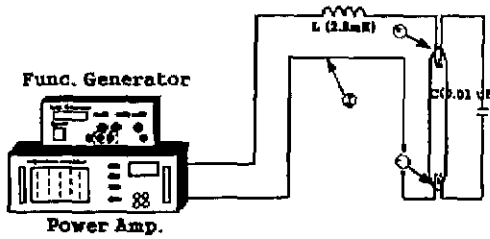
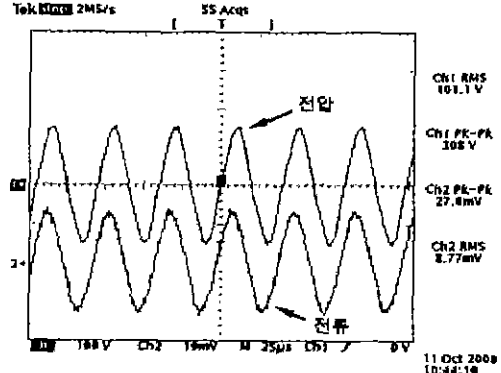


그림 2 실험장비와 회로도

그림 2 는 실험장비들과 그에 따른 회로도이며  $L=2.5[mH]$ ,  $C=0.01[\mu F]$  이다. 이 실험에서는 광속 계를 사용할 수 없는 관계로 일정거리를 유지한 채 이 때의 조도를 측정하여 1주기 동안의 출력전력에 대한 조도를 이용하여 상대적인 효율을 비교하였다.



(c) 25[kHz]삼각파전원 인가시 램프전압, 전류 파형

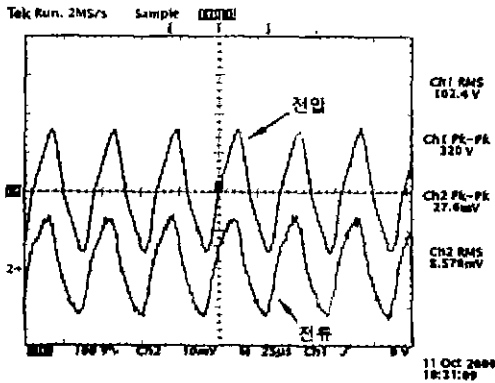
그림 3 각 파형별 전원전압에 따른 램프전압, 전류 파형

먼저, 각각의 파형별로 공진주파수  $f_r=25[kHz]$ 에서 각 파형별 전원전압인가시 램프전압과 램프전류의 파형은 그림 2 와 같다.

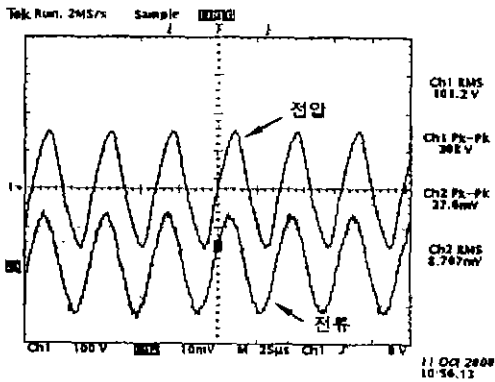
구형파전원전압 인가시 램프전압의 왜곡이 다른 파형의 전원전압들보다 상대적으로 크며 효율 ( $lx/W$ )에 있어 다음 표 1 에서 이를 수치적으로 표시하고 있다.

표 1 각 파형별 전원전압의 주파수에 따른 광효율 ( $lx/W$ )

파형 주파수	구형파	사인파	삼각파
	광효율 ( $lx/W$ )	광효율 ( $lx/W$ )	광효율 ( $lx/W$ )
10	1.901	X	1.931
15	1.980	1.927	1.920
20	1.910	2.013	2.020
25	2.034	1.980	2.005
30	1.935	1.98	1.894
35	2.045	1.977	2.044



(a) 25[kHz]구형파전원 인가시 램프전압, 전류 파형



(b) 25[kHz] 사인파전원 인가시 램프전압, 전류 파형

표 1 에서 10[kHz] 사인파 전원전압의 광효율 수치의 경우는 형광램프가 시동되지도 않았을 뿐 아니라 점등유지 조차 되지 않아 실험결과 값이 산출되지 않았으며 15[kHz] 이하의 각 파형별 전원전압인가시 형광램프는 시동되지 않았으나 앞서 서술한 방법으로 시동후 주파수 조절후 측정된 값이다. 각각의 광효율값은 소수 4째자리에서 반올림된 값들이다.

그림 4 는 표 1 을 막대 그래프로 표현한 것으로 각 파형별 전원전압의 주파수에 따른 광효율

(efficacy)의 차이를 보면 구형파는 최대치와 최소치의 차가 약 7.0[%], 삼각파는 7.3[%], 사인파는 10[kHz]대에서 점등유지가 되지 않아 4.2[%]의 차이를 나타내고 있다.

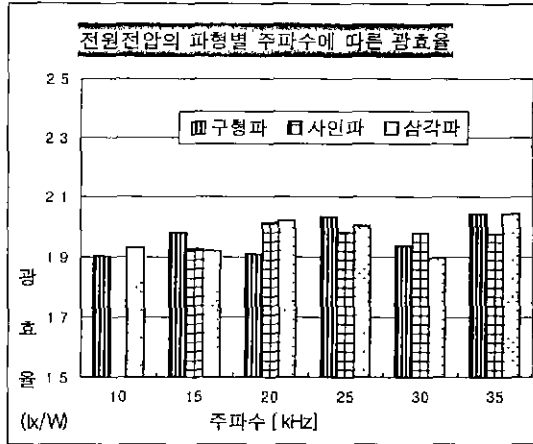


그림 4 각 파형별 전원전압의 주파수에 따른 광효율(lx/W)의 비교

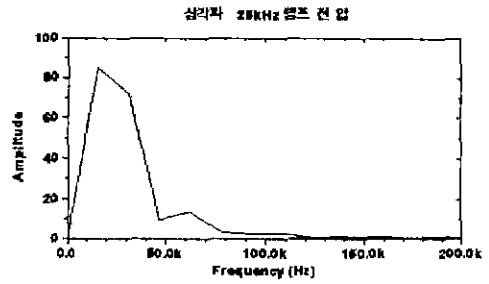
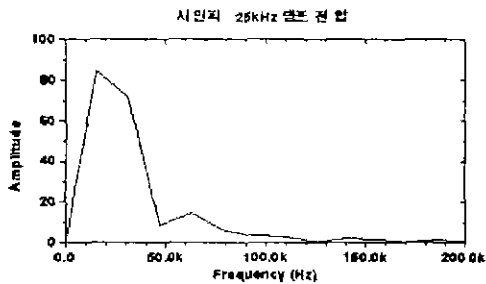
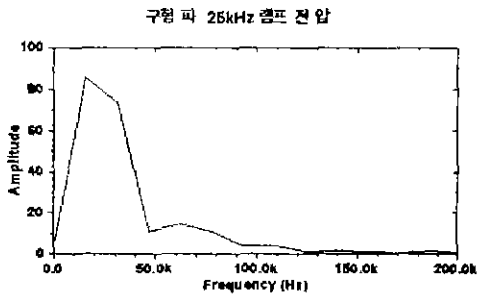


그림 5 25[kHz]에서 각 파형별 램프전압의 FFT 분석

### 3. 결론

본 논문의 각 파형별 전원전압 주파수의 변화에 따른 광효율의 변화는 그림 1에 나타난 바와 같은 완만한 증가 추세를 보이고 있다.

25[kHz]에서 각각의 파형별 전원전압 인가시 램프전압에 대한 FFT 분석을 해 보았다. 그 결과 파형에 따른 spectrum power 변화는 크지 않았으며, peak spectrum은 주파수 15[kHz] 부근임을 확인 하였다.

### 참고문헌

- [1] 지철근, "조명원론", 문운당, pp.57 ~ 65
- [2] 이진우, "형광등용 전자식안정기", 2000년 방전등, 조명 및 회로기술(1), pp.42~43
- [3] 노재엽 외 3, "전압 파형에 따른 형광램프의 특성 비교", 한국조명 전기설비학회 학술대회 논문집, pp.103~105, 1999.