

형광등용 32W 안정기의 주파수제어에 의한 형광등 디밍

(Fluorescent dimming by frequency control of 32W fluorescent lamp stabilizer)

김현중* · 진상민 · 구성모 · 이진우

(Hyun-Joong Kim · Sang-Min Jin · Sung-Mo Ku · Chin-Woo Yi)

호서대학교*

요약

기존의 형광 램프용 전자식 안정기는 램프와 안정기의 수명 연장을 가져다주었다. 형광 램프용 전자식 안정기는 기존의 60Hz로 형광등을 점등하는 자기식 안정기에 비해 향상된 점등과 에너지를 절약 측면에서 큰 장점을 보이고 있다. 형광 램프의 조광방식으로 크게 3가지 방식으로 나뉘는데 위상제어를 이용한 방식, PWM(Pulse Width Modulation)방식, 저전압 제어방식이 있다. 본 논문은 기존의 사용 방법과는 달리 안정기 내부의 인버터 공진 특성을 이용하여 주파수를 변환시켜 형광 램프를 디밍하였다.

1. 서론

순수한 저항부하인 백열전구와 달리 형광등은 복잡한 음저항(negative resistance)특성을 가지고 있어 방전개시와 정상점등을 위한 전력공급에는 반드시 안정기가 필요하지만, 단순히 공급전압만을 낮추게 되면 어느 전압 이하에서 방전이 멈추게 되고 램프수명도 전반적으로 줄어드는 단점이 있다. 형광 램프용 안정기는 회로의 분류에 의해 자기식 안정기와 전자식 안정기가 있다. 60Hz로 형광 램프를 점등시키는 자기식 안정기에 비하여 전자식 안정기는 20~60KHz의 고주파로 형광 램프를 점등함으로써 높은 점등효율과 깜빡임이 적고, 무게 및 부피가 감소하고, 에너지 절약 차원에서 큰 장점을 가지고 있어 현재 형광등 조명시스템에서 많이 사용되고 있다.

형광 램프의 조광방식으로 위상제어방식과 PWM방식, 저전압 제어방식으로 크게 세가지로 나뉜다. 위상제어방식은 1%까지의 조광이 가능하고 매우 균등한 조광, 높은 안정성, 60개까지의 안정기를 제어하는 제어기 등의 장점으로 유연성이 높은 방식이지만 구매비용 및 설치비용이 많이 드는 단점이 있다. PWM방식은 별도의 제어 신호선에 고주파의 사각파 신호를 보내는 방식으로 하나의 제어기로 많은 수의 안정기를 제어할 수 있으며, 10%까지 광출력을 줄일 수 있으나 많이 사용되는 방법은 아니다. 저전압 제어방식은 별도의 제어 신호선에 저전압(0~10V) 직류신호를 보내어 80개까지의 안정기를 제어할 수 있으며, 에너지 절감을 위한 응용에 많이 사용되고 있다. 본 논문은 기존의 32W 형광 램프 안정기를 조작하여 디밍을 실시하였다. 형광 램프와 안정기에 소모되는 전력은 안정기 내의 주파수를 조작하

여 실험하였다.

2. 본론

2.1. 실험장치 및 방법

본 연구는 32W 2등용 형광 램프 전자식 안정기와 32W형광 램프를 사용하였다. 그림 1과 같이 실험대를 제작하고 실험대에 형광 램프를 조건에 따라 다르게 설치하였다. 기존의 안정기를 100%로 정하고, 75%, 50%으로 소비전력을 줄여 형광 램프를 디밍하였다. 형광 램프에 대한 조도 조절 시스템의 제어 방법을 기존에 사용하던 방법과는 달리 실제 소모되는 전력을 조절함으로써 형광등의 광도를 조절하였다. 설치는 그림 2와 같이 기존의 안정기를 바탕으로 사용했기 때문에 어려움이 없었으나 안정기를 비정상적으로 구동시키기 때문에 효율과 수명에 있어서 문제점을 보였다.

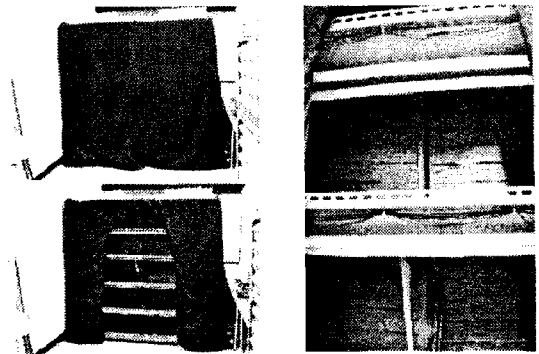


그림 1. 실험에 사용된 실험대

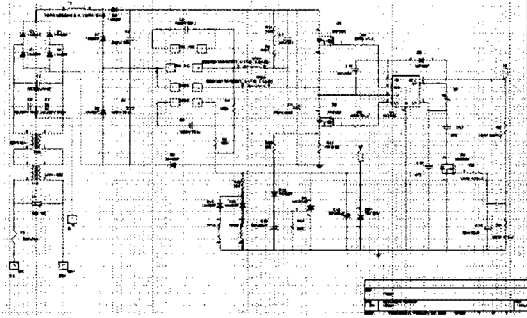


그림 2. 전자식 안정기의 회로도

2.2. 실험결과 및 고찰

전자식 안정기의 구동 주파수는 그림 3에서 보는 것과 같이 20~100KHz부근에서 형광 램프가 최대 효율을 갖는다.

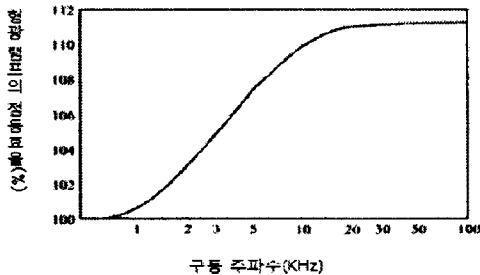


그림 3. 구동주파수에 따른 형광 램프의 점등 특성

직류회로에서는 전압과 전류를 곱하면 전력이 되지만 교류회로에서는 전압과 전류, 역률을 곱해야 비로소 전력이 된다. 전력은 $P = VI \cos \Phi$ 로 나타내고, 따라서 역률은 $\cos \Phi = \frac{P}{V \cdot I}$ 가 된다.

즉, 유효전력을 피상전력으로 나눈 값을 말한다. 오실로스코프를 사용하여 위상차를 알아보았고, 테스트기와 전력계를 통해 피상전력과 유효전력을 확인하였다. 본 연구는 형광 램프의 점등효율이 가장 좋은 40~60KHz부근에서 주파수를 가변시켜 실험하였다. 표1은 정상상태일 때의 안정기와 점등된 램프의 램프전력(W)과 역률을 계산하여 얻은 값이다. 전류를 160mA로 일정하게 유지시켜 주어 실험을 하였다. 그 결과 40KHz에서 199V의 출력전압과 90%의 역률을 얻었고, 45KHz에서는 약 178V의 출력전압과 81%의 역률을 얻었다. 50KHz에서 약 150V의 출력전압과 68%의 역률을 얻었고, 50KHz에서 112.5V의 출력전압과 51%의 역률을 얻었다. 주파수를 높일수록 출력전압은 감소하고, 역률 또한 큰 폭으로 감소하고 있는 것을 보여 주고 있다.

표 1. 정상상태일 경우의 안정기

주파수(KHz)	램프 전력(W)	역률(%)
40	31.8	90
45	28.5	81
50	24	68
60	18	51

표2는 안정기 내에 인버터 공진 특성을 이용하여 정상적인 안정기에 비해 소비전력을 75% 낮추어 형광 램프를 디밍하였을 경우의 얻은 결과 값이다. 40KHz에서 175V의 출력전압과 79%의 역률을 얻었고, 45KHz에서 165.6V의 출력전압과 75%의 역률을 얻었다. 50KHz에서 131.2V의 출력전압과 60%의 역률을 얻었고, 60KHz에서 100V의 출력전압과 46%의 효율을 얻었다. 정상상태와 마찬가지로 45~50KHz에서 역률 값이 큰 폭으로 차이가 난 것을 알 수 있다.

표 2. 75%의 소비전력일 경우의 안정기

주파수(KHz)	램프 전력(W)	역률(%)
40	28	79
45	26.5	75
50	21	60
60	16	46

표3은 안정기의 소비전력을 50%로 낮추어 형광 램프를 디밍하였을 경우의 값이다. 40KHz에서 125V의 출력전압과 57%의 역률을 얻었고, 45KHz에서 115.6V의 출력전압과 53%의 역률을 얻었다. 50KHz에서는 93.75V의 출력전압과 43%의 역률을 얻었고, 60KHz에서는 68.8V의 출력전압과 31%의 역률을 얻었다. 이 실험 또한 표1, 표2와 마찬가지로 주파수를 높일수록 출력전압과 역률이 크게 감소하는 것을 볼 수 있었다.

표 3. 50%의 소비전력일 경우의 안정기

주파수(KHz)	램프 전력(W)	역률(%)
40	20	57
45	18.5	53
50	15	43
60	11	31

3. 결 론

본 논문은 기존의 32W 형광 램프 안정기를 조작하여 형광 램프의 조도 값을 디밍하였다. 형광 램프와 안정기에 소모되는 전력을 안정기 내부의 인버터 공진 특성을 이용하여 주파수를 변환시켜 형광 램프의 조도 값을 측정하였다. 전자식 안정기의 소비전력을 100%, 75%, 50%로 세 부류로 나누었고, 주파수는 점등효율이 가장 좋은 40KHz, 45KHz, 50KHz, 60KHz에서 실험을 하였다. 이때 전류는 160mA로 일정하게 유지시켜 주었다. 정상상태일 경우에 안정기의 출력전압은 199V, 178V, 150V, 112.5V이고, 역률은 90%, 81%, 68%, 51%로 나타났다. 소비전력을 75%로 낮추었을 경우 출력전압은 175V, 165.6V, 131.2V, 100V이고, 역률은 79%, 75%, 60%, 46%이다. 소비전력을 50%로 낮추었을 경우에 안정기의 출력전압은 125V, 115.6V, 93.75V, 68.8V이고, 역률은 57%, 53%, 43%, 31%로 나타났다. 특히 45~50KHz에서 큰 폭으로 역률이 감소하는 것을 볼 수 있었다. 안정기를 비정상적으로 동작시켰기 때문에 램프의 전력과 역률 및 안정기의 전반적인 효율면에서 큰 이득을 얻지 못하였다.

참 고 문 헌

- [1] 박종연 "전자식 안정기의 종류 및 회로동작", 1999, 6
- [2] 곽재영, 송상빈, 여인선 "주파수제어에 의한 형광램프용 다 출력형 전자식 안정기의 설계" 1995, 11
- [3] 지철근, 이진우, 장우진, 여인선, 김훈, 엄정덕, 김수길 "최신 조명환경원론" 2007