

## 형광등 안정기의 연속 점등과 ON/OFF시 실제 소비 전력 비교

(Comparison of Real Power between Continuous and ON/OFF Operation of Ballast for Fluorescent Lamps)

이 용 후\* · 이진우 · 노재엽

호서대학교 전기공학과

(Yong-Hoo Lee · Chin-Woo Yi · Jae-Yup No)

Dept. of Electrical Eng. Hoseo Univ.

### Abstract

This paper describes real power difference between continuous and on/off operation of ballast for fluorescent lamps. We tested ballasts for fluorescent lamps, such that glow stater ballast, rapid starting ballast, and electronic ballast. We measured consumed real power. Input voltage is A.C. 220V and ON time 8 is minutes, OFF time 2 is minutes.

### 1. 서론

현재 우리가 사용하고 있는 조명기구 가운데 형광램프는 백열전구와는 달리 부저항 특성으로 인하여 점등장치를 필요로 하지만 광의 질이 높고, 고효율로 경제성도 좋으며 취급도 쉽기 때문에 가장 보편적으로 사용되고 있는 광원이다. 현재 우리나라 전체 사용 전력의 18[%] 가량이 조명에 사용되고 있으며 조명용 전력의 80[%] 이상이 형광등에 사용되고 있다.[1][2]

건축물이 점차 대형화하여 감에 따라 건축물에서 사용하는 전기용량도 증가하고 있으며, 생산성을 고려한 조명환경의 개선에 따른 조명용 전력이 크게 증가하는 추세에 있다. 특히 업무용 빌딩의 경우는 조명용 전력의 비중이 대단히 높게 나타나고 있으며, 형광램프가 대부분 사용되고 있다.[3]

또한 형광램프는 일반적으로 백열전구에 비해 효율이 약 3배정도(80[lm/W]) 높고, 램프수명도 약 8,000[시간]으로 백열전구의 1,000[시간]에 비해 8배정도 우수하며, 형광체를 변화시켜 다양한 색의 광을 얻을 수 있어 실내의 인테리어조명에도 활용된다. 이러한 특성으로 인해 형광램프는 명시를 주로 한 양질조명을 경제적으로 얻을 수 있으며, 육내외, 전반조명, 국부조명에 적합하다. 또한 간접조명에 의해서 무드 조명에도 효과적이다.[1]

형광램프에 사용되는 안정기는 방전시 높은 전압을 만들고 방전후의 전류제한 역할을 하는 것으로

현재까지 50~60[Hz]로 동작하는 자기식(코일식) 안정기가 가장 많이 사용되고 있다. 그러나 자기식 안정기는 부피가 크고 무거우며 깜박임과 가청잡음이 있고, 큰 전력손실로 인한 낮은 효율 등의 단점을 가지고 있다. 하지만 최근에 많은 연구가 이루어지고 있는 가청주파수(16~20[kHz]) 이상의 고주파로 동작하는 전자식 안정기는 이와 같은 단점을 갖지 않는데, 고주파 동작으로 깜박임은 발생하지 않고 가청잡음은 제거된다.

또한 전류 제한의 목적으로 사용되는 인덕터와 커패시터의 크기는 주파수의 증가에 반비례하여 감소하므로 전자식 안정기는 가볍고 작게 된다. 게다가, 50~60Hz 동작에 비하여 고주파에서 형광등의 발광효율이 대략 15% 이상 증가하므로 절전 효과도 얻을 수 있다.[4]

이 논문에서는 형광램프의 안정기에 따른 연속 점등시와 ON/OFF시 실제 소비 전력에 대한 실험적인 데이터를 정리해 보았다. 현재까지 형광램프의 안정기에 따른 연속 점등시와 ON/OFF시 실제 소비 전력에 대한 실험적인 데이터가 없었다. 단지 형광램프는 ON/OFF시 소비 전력이 증가한다하여, ON/OFF가 잦은 장소에서는 백열전구가 사용되어 왔었다. 이 논문에서는 과연 실제로 연속점등시보다 ON/OFF시 안정기종류에 따라 얼마만큼의 전력을 더 소비하는지를 실험을 통하여 증명해 보고자 한다.

## 2. 본 론

### 2.1. 측정대상

40[W], 32[W] 형광램프를 사용하여 안정기 종류별로 파라미터를 측정하였다. 40[W] 형광램프는 2종류를 사용하였는데, 글로우 스타터용과 전자식 안정기용으로는 FL 40EX-D를 사용하였고, 래피드 스타터식 용으로는 FLR-40D/A를 사용하였다. 그리고 32[W] 안정기에는 FHF 32ssEX-D를 사용하였다.

안정기는 글로우 스타터식 용으로 2종류 제품을 사용하였고, 40[W] 래피드 스타터식 용으로는 2종류 제품을 사용하여 테스트하였으며, 32[W] 래피드 스타터식 1종류 제품을 사용하였다.

전자식 안정기는 40[W] 1등용으로 2종류 제품과 2등용제품 1종류를 사용하여 측정하였다.

### 2.2. 측정방법

등기구의 입력단에 전압, 전류, 전력 및 전산전력을 동시에 측정할 수 있는 디지털 계측기를 부착하고, 하나의 등기구는 연속점등을 하도록 회로를 구성하고, 또 하나의 등기구는 8[분] ON 2[분] OFF의 트윈타이머와 릴레이를 달아서 연속적으로 ON OFF를 반복하도록 회로를 구성하였다.

연속점등회로와 ON/OFF회로를 같은 조건하에서 총 6[시간]을 측정하였고, 매 1[시간]마다 측정하였으며, 계속해서 안정기와 형광등의 종류를 바꾸어 가면서 측정하였다.

또한 측정값을 서로 비교할 수 있도록 다음의 비례식을 이용하여 연속점등시의 전력값을 ON/OFF시의 적산전력값과 비교할 수 있도록 비교값를 구하였다.

$$P = P_2 \times \left( \frac{W_1}{W_2} \right) \times \left( \frac{48}{60} \right) \quad (1)$$

여기서,  $P_2$  = 연속점등시 적산전력값  
 $W_1$  = ON/OFF시 전력  
 $W_2$  = 연속점등시 전력

### 2.3. 측정결과

이 실험을 통해 측정한 결과를 분석하여 보면, 우선 모든 안정기에서 연속점등시 보다 on/off시에 전력을 더 소모하는 것으로 나타났다.

먼저 글로우 스타터식 안정기를 살펴보면, 표 1과 그림 1에서 보여지듯이 A사 제품은 6시간동안 6.9[Wh]의 전력 차가 나타나고 있으며, B사 제품

표 1. 글로우 스타터식 안정기에서의 연속점등과 on/off시 전력비교

Table 1. Power comparison between continuous and on/off operation of glow stater ballast

글로우 스타터식(단위:Wh)						
종류	A사			B사		
측정방법 시간(h)	on/off 47(W)	연속점등 (51W)		on/off 51(W)	연속점등 (50W)	
		측정값	계산값		측정값	계산값
1	38.6	50.6	37.3	39.9	49.4	37.9
2	78.1	102.2	75.3	78.1	98.9	75.9
3	117.9	154.2	113.7	117.7	149.3	114.7
4	157.3	206.1	151.9	157.5	200.0	153.6
5	195.6	257.1	189.5	196.8	250.1	192.1
6	234.6	308.9	227.7	235.2	299.1	229.7

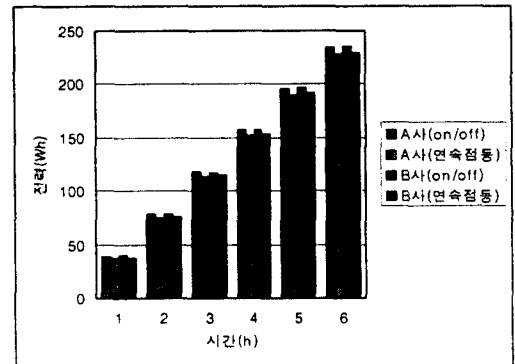


그림 1. 글로우 스타터 안정기에서 시간에 따른 전력의 차

Fig. 1. Power difference of glow stater ballast as time

은 5.5[Wh]의 전력 차가 나타나는 것을 볼 수 있다. 이에 반해 래피드 스타터식은 표 2와 그림 3에서 보여지듯이 글로우 스타터보다는 연속점등시와 on/off시의 전력 차가 적게 나타나는 것을 볼 수 있다. C사의 A제품은 6시간동안 4.6[Wh], B제품은 4.5[Wh], B사 제품은 3.5[Wh], 그리고 C사의 32[W]제품은 2.5[Wh]의 전력 차를 보였다.

그리고 표 3과 그림 3에서 보여지듯이 D사의 32[W]제품은 6시간동안 5.8[Wh], 40W제품은 4.3[Wh]의 전력 차를 보였으며, 마지막으로 E사의 40[W] 2등용 전자식 안정기는 2.6[Wh]의 전력의 차이를 보임으로써 소비 전력에 비해 가장 좋은 특성을 갖고 있는 것으로 조사되었다.

표 2. 래피드 스타터식 안정기에서의 연속점등과 on/off시 전력 비교

Table 2. Power comparison between continuous and on/off operation of rapid starting ballast

래피드 스타터식(단위:Wh)												
종류	C사(A)			C사(B)			B사			C사(32W용)		
	on/off	연속점등(44W)		on/off	연속점등(52W)		on/off	연속점등(51W)		on/off	연속점등(35W)	
시간(h)	43	측정값	계산값	53	측정값	계산값	48	측정값	계산값	33	측정값	계산값
1	35.9	43.8	34.2	44.1	52	42.4	39.2	51.4	38.7	26.9	35.2	26.6
2	71.5	89.1	69.7	88.1	105	85.6	79.5	103.7	78.1	54.5	70.3	53
3	106.9	133.5	104.4	131.5	157.5	128.4	119.1	156.5	117.8	81.4	105.4	79.5
4	142.2	178.1	139.2	175.6	210.8	171.9	159.7	209.4	157.7	108.1	140.8	106.2
5	177.9	222.9	174.7	218.2	262.5	214.1	200.5	262.6	197.7	135.1	176.1	132.9
6	213.7	267.5	209.1	264.7	315.1	260.1	239.8	315.2	237.2	161.7	211.2	159.2

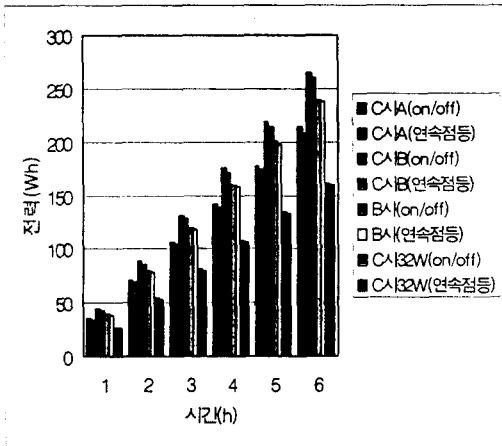


그림 2. 래피드 스타터식 안정기에서 시간에 따른 전력의 차

Fig 2. Power difference of rapid starting ballast as time

지금까지 살펴 본 바와 같이 안정기 중에서 글로우 스타터방식으로 형광등을 기동할 때 가장 큰 전력 손실이 나타나는 것을 알 수 있었으며, 안정기의 종류에 따라 형광등의 수명을 8000[시간], on/off 횟수를 84,000[번]으로 예상했을 때 on/off 시 전력 손실이 최대 3,333 ~ 9,200 [Wh] 에 이

표 3. 전자식 안정기에서 연속점등과 on/off시 전력 비교

Table 3. Power comparison between continuous and on/off operation of electronic ballast

전자식 안정기(단위:Wh)									
종류	D사(32W용)			D사(40W용)			E사(40W 2등용)		
	on/off	연속점등(34W)		on/off	연속점등(44W)		on/off	연속점등(61W)	
시간(h)	32(W)	측정값	계산값	41(W)	측정값	계산값	62(W)	측정값	계산값
1	26.6	33.6	25.3	33.7	43.9	32.7	49.7	60.3	49
2	52.8	67.6	50.9	67.6	87.8	65.5	99.1	120.8	98.2
3	79.2	101.3	76.8	100.9	131.8	98.3	148.7	181.5	147.6
4	106.2	135.4	102	134.1	175.7	131	199.2	242.8	197.4
5	132.3	169.4	127.4	167.2	219.6	163.7	249.1	303.9	247.1
6	159.2	203.7	153.4	200.2	262.8	195.9	299.5	365.1	296.9

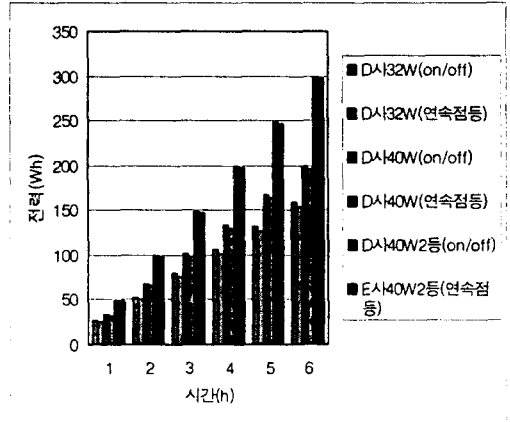


그림 3. 전자식 안정기에서 시간에 따른 전력의 차  
Fig 3. Power difference of electronic ballast as time

르는 것으로 조사되었다.

### 3. 결론

이상의 측정된 결과로 보아 형광등을 on/off하는 것이 연속점등하는 것 보다 전력 손실이 많다는 것으로 조사되었지만, 그 양이 생각해 왔던 것보다는 그리 크지 않다는 것을 알 수 있었다.

또한 위의 실험 결과를 토대로 전력 손실을 생각할 때 형광등 안정기로는 되도록이면 글로우 스타터식은 피하는 것이 바람직하겠다.

형광등을 자주 on/off하는 것이 소비 전력에는 그리 큰 영향은 주지는 않지만 형광등 수명에 영향을 주게되므로, 소비되는 전력과 램프 수명 등을 고려하여 종합적으로 판단할 때 되도록 on/off의 횟수를 줄이는 것이 경제적이라고 사료된다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 지철근, "조명 원론", p.57, p.83
- [2] 김종길, 운영대, "컴팩트 형광램프용 조도제어형 전자식 안정기의 설계와 해석", 대한전기학회 논문집, pp.2792, 1997.
- [3] 광희로, 이진우, 김문덕, 강원구, "일반용 및 산업용 조명기구 보급실태조사", 조명전기설비학회지, vol.9, No.3, p.67, 1995.6.
- [4] 류태하, 채균, 황중태, 조규형, "고성능 전자식 안정기에 적합한 공진형 인버터의 혼합형 구동방식과 제어 IC", 대한전기학회 논문집, pp.2786, 1997.7.