

## 형광등용 전자식 점등기 개발에 관한 연구

박진형, 서진연, 장용해, 신사현, 백형래, 조금배  
· 조선대학교 전기공학과

### A Study on the Electronic Developement for Fluorescent Lamp

Jin-Hyung Park, Jin-Yun Seo, Seo-Yun Sin,  
Hyung-Lae Baek, Geum-Bea Go

**Abstract** - Fluorescent lamp converts electrical energy into light energy. Generally we use both electronic ballast and glow starter method in the house. We developed 40W electronic starter and its characteristic is verified by experiments. The efficiency of ballast is improved by using the LC Parallel resonance circuit at input stage and LC series resonance circuit at out-put stage.

#### 1. 서 론

최근 형광램프의 수명연장 및 고효율화에 따른 각종 점등장치의 개발에 따른 연구가 활발히 진행되고 있다.

전력손실 경감 및 소형, 경량화를 위해 자기회로를 전자회로화한 점등장치인 전자식 안정기 방식을 사용하고 있으나 고조파 전류의 저속적인 영향으로 계통에 악영향을 미치고 있어 최근에는 다시 자기식 안정기를 사용하고 있는 추세이다<sup>[1]</sup>.

한편 형광램프의 점등장치로는 자기회로방식을 이용한 글로우 스타트식 및 레페드 스타트식으로 나눌 수 있으며 글로우 스타트방식은 다시 바이메탈 원리를 이용한 바이메탈식 스타터방식과 전자회로 소자를 이용한 전자식 스타터로 나누어진다. 일반적으로 사용되고 있는 채래식 안정기는 철심 및 코일로 제작되므로 형광등에 소비되는 전력이 외에 안정기 자체에서 철순 및 동선에 의한 열발생으로 소비되는 전력이 많다. 또한 철심형 채래식 안정기는 저전압에서 점등이 불안하고 주위온도가 낮거나 습도가 높을 때 점등이 안되며 철심에 의한 안정기 내에서의 소음발생 및 중량이 무거워 취급이 어려운 결점뿐만 아니라 형광등의 빛이 멀리는 등 많은 결점들을 가지고 있다. 이에 반해 전자식 안정기는 전자부품 소자의 결합으로 인한 회로에 의해서 소음과 혹화현상을 줄일 수 있고 바이메탈식 스타터를 사용을 하지 않고도 형광등을 점등시킬 수가 있어 반영구적으로 장기간 사용할 수 있다는 것이다. 안정기의 종류를 보면 자기회로식 스타터형, 레페드식 스타터형, 인스턴트형, 전자식형 안정기가 있다.<sup>[2,3]</sup>

본 논문에서는 자기식 안정기를 사용한 글로우 스타터 방식으로 회로구성이 기존의 전자식 스타터방식보다 극히 간단하고 안정된 동작특성을 갖는 40W급 전자식 스타터를 개발하였고 그 특성에 대하여 실험을 통해 입증하였다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 형광램프의 점등회로

방전관은 보통 동작전압에서는 기동하지 않으며 이보다 높은 전압이 필요하다. 그림 1과 같이 형광등의 동작원리는 S1이 On 될 때 형광등의 전극 필라멘트에 가열전류를 흘리고 필라멘트 전극이 충분히 가열된 후 순간적으로 Off 시키면 형광등이 점등을 하게된다<sup>[4]</sup>.

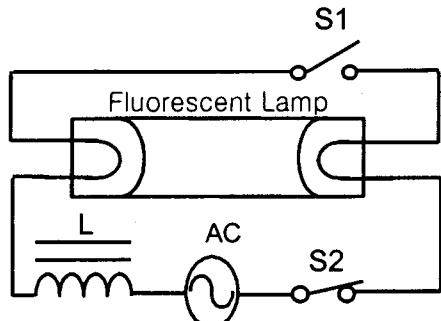


그림 1. 형광등 점등원리

##### 2.1.1 글로우 스타터 점등방식

스위치 대신 양쪽 온도차이가 다른 금속을 접합한 바이메탈(글로우 스타트)를 이용한 것으로 동작원리는 전원스위치를 단으면 글로우스타터의 양전극 사이에 글로우 방전이 발생하고 이 글로우열 때문에 바이메탈 전극이 팽창하여 접촉하게 된다. 그 결과 형광방전등의 양전극의 필라멘트가 직렬로 연결되어 이에 정격전류의 약 2배의 전류가 흐르며 필라멘트를 가열하여 고온으로 되어 열전자 방출이 가능한 상태로 된다. 장점은 형광방전등이 점등 중에는 글로우 스타트가 OFF되므로 전력손실이 적은 것이며, 단점은 점등할 때까지의 다소의 시간이 필요하고 전원전압이 낮아지거나 주위온도가 저하될 경우 기동되지 않으며 불꽃이 발생하므로 수명에 제한 및 방폭용으로 사용에 제한이 있게 된다<sup>[5]</sup>.

##### 2.1.2 10W 형광등 램프형 전자식 스타터 점등방식

아래 그림과 같은 회로의 점등방식으로 먼저 전원 SW가 투입되면 전원의 (+) 반사이클에서 전원 저압이 쇼클레이 다이오드 DT의 브레이크오버 전압  $V_{BO}$  이상의 도달하면 DT가 편온하여,  $e \rightarrow SW \rightarrow T_1 \rightarrow f_1 \rightarrow T_2 \rightarrow D \rightarrow DT \rightarrow f_2 \rightarrow e$ 의 경로로 필라멘트 예열 전류가 흐른다. 이때의 안정기에는 보상 컨선이 감겨져 있으며 또한 여자 전류가 다이오드 D에서 정류된 직류 전류이므로 큰 예열 전류가 흐르고 필라멘트는 단시간에 예열된다. 또한 전원부의 부(-)의 반사이클에서는 다이오드 D에 의하여 필라멘트가 점등에 필요한 온도까지 도달하면 아래 그림과 같이 램프는 방전을 개시하고 점등하게 된다. 일단 램프가 점등하면 램프 전압의 DT의  $V_{BO}$ 보다도 낮기 때문에 DT는 오프 상태가 되어 회로는 보통 보상 컨선이 없는 안정기 사용시와 동일하게 동작한다.

## 2.1.5 시스템 제작 및 특성

그림 3은 개발한 40W 형광등 스타터 사진을 나타낸 것이다. 검출기로서 패리아트 코어에  $0.22 \text{ mm}^2$  권선으로 1차 측은 300턴으로 하고 2차측은 40턴으로 권선하여 제작하였고 콘덴서는  $0.47 \mu\text{F}$ 이다. SIDAC의 사양은 그림 4와 같다.  $V_{BO}$  전압은 309~355(V)이다. 단권변압기는 1차측에 100(V), 2차측에 200(V)를 출력하게 제작되었다. 그림4는 SIDAC의 접합온도에 따른 브레이크오버 전압을 나타낸다.

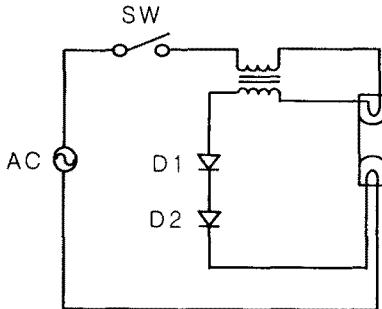


그림 2. 10W 형광등 램프형 전자 스타터 점등 회로

### 2.1.3 래피드 스타터 점등 방식

래피드 스타트 방식은 일반적인 스타터방식과는 달리 특수한 형태의 래피드식 안정기와 램프가 사용된다. 점등 원리는 안정기의 2차 권선에 높은 무부하 전압과 전극 예열권선에 유기된 약 4V의 예열전압이 램프 양단과 필라멘트에 동시에 인가되면 전극은 예열되어 열전자를 방사하고 2차 무부하 전압에 의해 램프는 서동되어 점등상태가 유지된다.

### 2.1.4 속시기동 점등 방식

형광등의 전극을 가열하면 비교적 낮은 전압에서도 기동할 수 있는 특성을 이용한 회로이다. 안정기에 전극가열용으로서 권선이 별도로 감겨진 것이며 스위치를 넣는 동시에 전극가열 전류가 흐르기 시작하여 어느 정도 전극온도가 올라가서 기동 전압이 저하되면 형광등이 자연히 점등하는 방식이다.

### 2.1.5 본논문에서 개발한 점등방식

본논문에서 개발한 40W 형광등용 점등기는 글로우 스타터 방식에 비해 3~4배의 빠른 기동시간을 갖으며 전자 스위치를 사용하였으므로 불꽃이 발생하지 않고 수명이 반 영구적이다. 전자 스위칭 소자인 SIDAC과 SIDAC을 도통시키기 위한 디렉터 부분으로 나누어지며 기존의 전자식 스타터에 비해 회로 구성이 극히 간단하며 저가로 구성할 수 있다는 장점이 있다. 그림 2는 개발한 점등방식의 회로도로서 단권변압기를 사용하는 이유는 일본에 수출용에 맞춰 제작되어 100V를 200V로 승압하고 안정기로서 동시에 작용하는 데 있고, 디렉터 부분의 회로는 LC직렬공진을 이용한 것이다. LC 직렬공진은 전압을 인가했을 때 코일의 리액턴스와 콘덴서의 리액턴스가 상쇄하기 때문에 회로의 임피던스는 단지 직류저항 성분만으로 되어 임피던스가 최소로 된다. 따라서 이 때에 최대의 전류가 흐르게 되고 디렉터의 2차측에는 최대의 전압이 유기된다. 2차에 유기된 최대 전압은 SIDAC을 도통시키기에 충분한 전압이며 형광등 예열 시에만 필라멘트, 디렉터 2차 코일, SIDAC으로 구성된 회로에 전류가 흐르게되어 필라멘트를 예열하고 SIDAC의 스위칭에 의해 안정기에 의한 역기전력으로 순간 형광등에는 방전이 이루어진다. 방전이 되면 필라멘트 저항과 형광등 방전 할 때 형광등관은 저항이 되므로 병렬결선이 된 형태로 된다. 따라서 SIDAC의 양단 전압을 감소하고 OFF 된다.

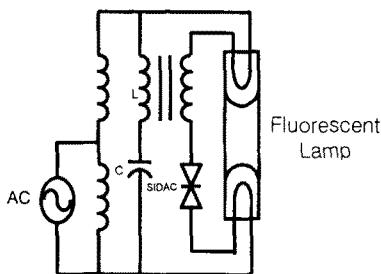


그림 3 개발한 40W 형광등 스타터 회로도

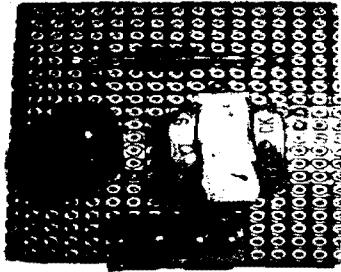


그림 4. 개발한 40W 형광등 스타터 사진

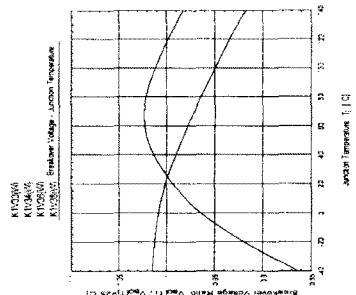


그림5. SIDAC-K1V33 특성곡선

### 2.1.6 실험 및 결과 고찰

개발품의 성능을 입증하기 위하여 기존의 글로우 스타터의 특성과 비교하여 분석하였다.

그림 5는 글로우스타터로 40W 형광등을 점등시켰을 때 글로우 스타터 양단전압 및 필라멘트 전류를 나타낸 것이다. 개발품으로 형광등 점등 시 스타터의 양단전압과 필라멘트의 전류를 그림 6, 그림 7에 나타내었다. 글로우 스타터로 점등 시에는 양단의 전압이 감소되었다가 정격(점등이 이루어진 후)에 도달하는 반면 개발품으로 점등했을 때 스타터의 양단전압이 높아졌다가 정격에 도달함을 알 수 있다. 필라멘트 전류는 두 스타터 모두 필라멘트를 예열하는 동안에만 흐르고 방전이 이루어진 후에는 0임을 볼 수 있다. 한편, 기동시간을 비교해보았을 때 글로우스타터 방식이 개발품에 비해 점등시간이 3~4배정도 오래 걸림을 알 수 있다.

그림 8과 그림 9는 점등시의 단권변압기 1차측 및 2차측 전압을 나타낸 것이다. 그림 10은 개발품의 디렉터 1차측 전류를 나타낸 것이다. 그림 11은 2차측 유기전압을 나타낸 것이다. 1차측의 교변된 검출전류에 의해 2차측 SIDAC의 트리거 전압을 유기하게 된다.

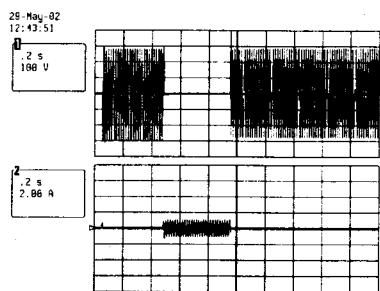


그림 6. 글로우 스타터 관전압 및 관전류

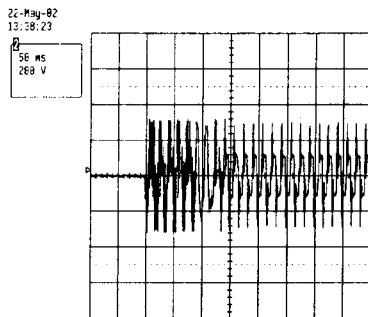


그림 10. 개발품의 단권변압기 기동시 2차측 전압

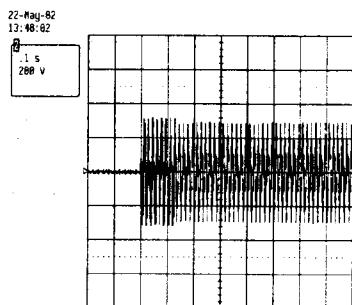


그림 7. 개발품의 SIDAC과 디택터2차측양단전압

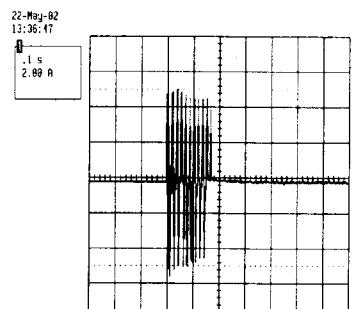


그림 8. 개발품의 필라멘트 전류

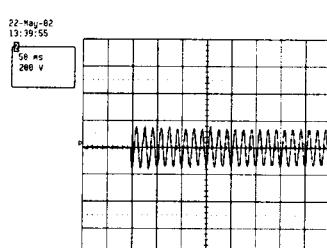


그림 9. 개발품의 단권변압기 기동시 1차측 전압

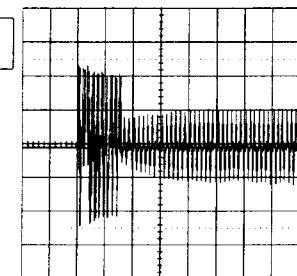


그림 11. 개발품의 디택터 1차측 전류

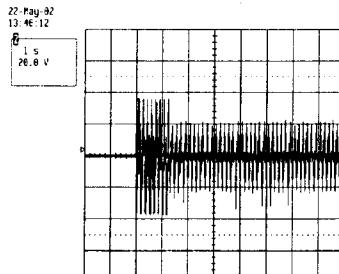


그림 12. 개발품의 디택터 2차측 유기전압

### 3. 결 론

자기식 안정기를 사용하여 보편화 되어 사용되고 있는 글로우 스타터에 비해 본 논문에서 개발한 40W 형광등 기동기의 특성을 비교한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

기동시간이 글로우 스타터에 비해 3배~4배 정도 단축되어 풀러커 현상이 감소되었다. 글로우 스타터에서 생기는 불꽃을 없애 방폭형으로 적용이 가능하고 반 영구적인 수명을 갖는다. 일부 시판되고 있는 기존의 전자식 스타터에 비해 훨씬 간단한 회로구성을 갖고면서도 안정된 기동 특성을 보였다.

### (참 고 문 헌)

- [1] 이진우외 1, “절전형 안정기 이론”, 조명설비학회지, 10권 2호, pp. 15~22, 1996.
- [2] 지철근외 1, “절전형 형광램프의 이론”, 조명설비학회지 10권 2호, pp. 3~14, 1995.
- [3] 조현준외 1, “형광등 점등방식의 기술적 비교검토” 조명설비학회지, 11권 3호, pp. 56~60, 1997.
- [4] 지철근, “조명원론”, pp. 84~94, 1995.
- [5] 지철근, “전기응용”, pp. 64~67, 1996.