

형광램프용 전자식 스타터의 개발

정영춘^{*}, 곽재영^{°°}, 여인선^{**}

^{*} ㈜코리아스엔

^{**} 전남대학교 공과대학 전기공학과

Development of an Electronic Starter for Fluorescent Lamps

Y. C. Jung^{*}, J. Y. Gwark^{°°}, I. S. Yeo^{**}

^{*} S. N. KOREA Co., Ltd.

^{**} Dept. of Electrical Engineering, Chonnam National University

(Abstract)

This paper reports the development of an electronic starter for fluorescent lamps, which is so smartly designed that can be used directly in existing installations.

The key point of the design lies in the protection of lamp filaments by sufficient preheating and at the same time in the control of time constant for start-up circuit. The starter is consisted of three system parts: a rectifier part, a switching part, and a gate control part.

The characteristics of the developed electronic starter is compared with those of a conventional glow starter. As a result, blackening of lamps is almost reduced due to the stable and idealized start-up characteristics. And, furthermore, it is shown that its starting time is shortened at about half the level of the conventional one and the starting power is also reduced.

I. 서론

최근 형광램프용 전자식 안정기의 사용이 급속히 증가하고 있으나, 아직도 가격면에서 자기식 안정기보다 열세에 있다. 이러한 측면에서 자기식 안정기용의 글로우 스타터 대신에 전자식 스타터를

사용하려는 연구가 활발히 이루어져 왔다.^{1,2)} 이 논문에서는 새로운 형광램프용 전자식 스타터를 개발하여 상용화된 내용을 보고한다.

기존의 전자식 스타터에서는 시동시 짧은 순간에 높은 LC 진동 전압을 스타터에 가하여 순간 점등을 껴한 것이 많이 있으나, 이와 같은 방식의 결정적인 단점은 램프 필라멘트에서의 전자방출물질의 급격한 소모를 촉진함에 따라 램프 수명을 상당히 단축시킨다는 데 있다.

이같은 점에 착안하여 이 전자식 스타터에서는 형광램프의 점등시 필라멘트를 충분히 예열하되 시정수 제어에 따라 예열시간을 조절할 수 있도록 하며, 예열전류를 점진적으로 높여 인가함으로써 충격이 발생하지 않게 하여 필라멘트를 보호하고자 하였다. 또한, 교류전원의 피크 전위에서 점등 스위칭을 하여 스위칭시에 최대의 점등전압을 제공하고자 하였고, 이와 함께 스타터 과열시 이를 감지하여 스타터를 보호하는 보호회로를 내장하도록 하였다.

이 논문에서는 개발된 전자식 스타터의 주요 회로의 설명과 함께 스타터의 시동 특성 및 점멸 내구성 실험을 통해 기존의 글로우 스타터와 비교한 결과를 보고한다.

II. 전자식 스타터의 원리

전자식 스타터의 원리를 회로구성에 따라 분류하면 다음과 같이 분류할 수 있다.^{2) 3)}

(1) 예열 방식

그림 2-1과 같이 SCR 등의 스위칭 소자를 사용하여 필라멘트를 적정 기간 예열하도록 하는 방식으로서, 일단 시동이 끝난 후에는 소자를 모두 OFF 상태로 하여 예열을 행하지 않는다.

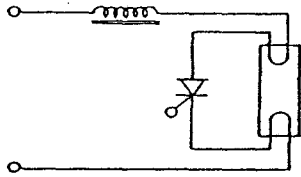


그림 2-1. 예열 방식의 전자식 스타터.

(2) 펄스 발생 방식

그림 2-2와 같이 초크코일-커패시터에 발생되는 고압 펄스를 직접 램프에 인가하여 시동하는 방식으로 다음과 같이 몇 가지로 구분된다.

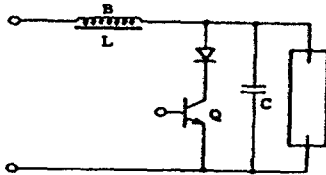


그림 2-2. 고압펄스 발생 방식의 전자식 스타터.

- LC 공진형 : 상용전원 반사이클중에 스위치 Q를 ON 시켜 안정기의 L과 C의 직렬공진에 의하여 승압작용을 이용한 것이다. 주로 형광램프와 메탈할라이드램프의 시동회로에 이용된다.
- 트랜지스터형 : 트랜지스터를 상용전원 반사이클의 임의의 위치에서 도통시켜 안정기에 전류를 흘리고, 일정 시간 후에 트랜지스터를 OFF 시켜 안정기에 축적된 에너지를 커패시터에 축적함으로써 펄스전압을 얻는다.
- 트랜스 승압형 : 스위치를 상용전원의 반사이클에서 적어도 1회 도통하여 L과 C의 직렬공진에 의해 펄스전압이 얻어진다. 이 회로는 주로 고압나트륨램프의 시동회로에 사용된다.

III. 전자식 스타터의 회로 구성 및 동작 특성

3.1 회로 구성

제한된 전자식 스타터는 정류회로와 스위칭회로, 그리고 스위칭회로의 시정수를 이용하여 동작시간을 결정하는 게이트 제어회로의 3부분으로 구성되어 있다.

그림 3-1은 이 전자식 스타터의 기본 회로도를 나타낸 것이다.

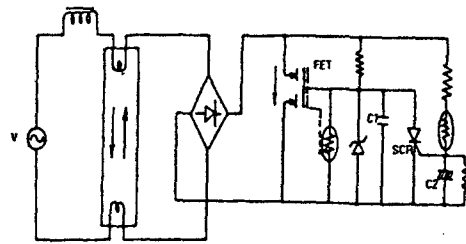


그림 3-1. 전자식 스타터 회로.

필라멘트 예열전류 제어용 스위칭 소자는 입력 임피던스가 높은 FET를 이용하여 정동전압 발생효율을 높였으며, 소자 양단의 고저항 도통특성을 이용하여 필라멘트가 예열되는 도중에도 게이트 구동전압을 얻을 수 있다. 또한, 교류 위상의 최대의 첨두점에서 유도전압이 발생할 수 있도록 시정수를 제어하여 항상 형광램프가 단발점동이 가능하도록 하고, 스타터가 과열될 경우 이를 보호하도록 하는 기능을 제공한다.

3.2 동작 특성

전자식 스타터의 시동에서 정동까지의 각 부분별 동작 원리에 따른 동작 특성은 다음과 같다. 교류전원이 안정기와 형광램프의 필라멘트를 통하여 정류회로에 입력되고, 정류된 플러스 맥류전압이 저항과 제너다이오드에 의하여 FET의 게이트에 인가된다. 따라서 FET가 ON되어 형광램프의 필라멘트가 예열된다. 이와 동시에 정해진 시정수에 의하여 C2가 충전되고, 일정전압(그림 3-2(c)의 Tv)에 도달하면 SCR이 ON되어 FET는 OFF 상태로 된다. 이때 형광램프의 필라멘트 양극에는 피크 정동전압이 발생하여 형광램프가 정동된다.

그림 3-2(a)는 필라멘트 예열에서 정동시까지의 형광램프 필라멘

트 전압 파형을 나타내는데 예열시간(H) 경과후 침투전압에서 시동 펄스가 발생하도록 하였다. 그림 3-2(b)에 스위칭 소자 양단 전압 파형을, 그리고 그림 3-2(c)에는 타이밍 회로의 전압 파형을 나타내었다.

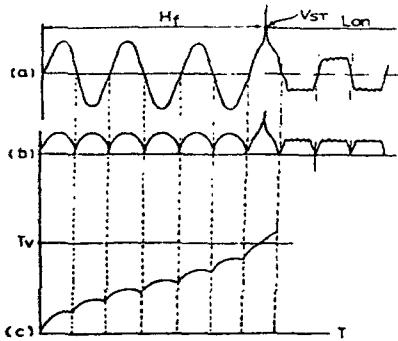


그림 3-2 전자식 스타터 동작 특성도.

IV. 시동 특성 및 점멸 내구성 특성

제작된 전자식 스타터를 사용하여 시동 및 점멸 내구성 실험을 수행하여 기존의 글로우 스타터와의 특성 비교를 수행한 결과를 표 4.1에 나타냈다. 이 실험에 사용된 램프는 FL40D이다. 이 중 점등 소요시간(시동시간)을 구간별로 나누어 비교한 결과를 표 4.2에 나타냈다. 이로부터 전자식 스타터는 글로우 방전 기간이 필요없고 예열기간도 최적으로 수행함에 따라 전체 시동시간이 절반 정도로 줄어들음을 알 수 있다.

표 4.1 전자식 스타터와 글로우 스타터의 특성 비교 (FL40D)

항목	글로우 스타터	전자식 스타터
점등 소요시간	2~3초	1~1.5초
예열전류파형	피크전류	일정전류
시동시 스타터 소비전력	7W	4W

그림 4-1에 스타터 양단 전압파형을 나타냈는데, 이로부터 시동 소요시간 및 필라멘트에 가해지는 충격의 정도를 비교할 수 있다. 그림 4-2의 필라멘트 예열전류 파형으로부터 예열전류가 더 안정적

임을 알 수 있으며, 그림 4-3의 스타터 소비전력 파형에서는 전력 저감이 이루어질 뿐 아니라 전체적으로 피크치가 줄어들음을 확인할 수 있다. 한편, 표 4.3에서는 점멸동작 내구성 실험 결과를 나타내고 있는데, 거의 흑화가 발생하지 않을 뿐 아니라 스타터의 내구성이 우수함을 보여주고 있다.

표 4.2 스타터의 점등소요시간 비교 (FL40D)

항목	점등소요시간		
	글로우방전 소요시간	예열시간	계
글로우 스타터	0.4~0.6초	1.5~2.2초	2~3초
전자식 스타터	N/A	1~1.5초	1~1.5초

표 4.3 스타터의 점멸동작 특성 비교 (FL40D)

항목	글로우 스타터	전자식 스타터
시험조건	전원전압 200V, 20°C 점멸주기(35초 ON, 25초 OFF)	
시험 도중 스타터 교환횟수	7번	교체없음
흑화 발생	점멸 4,000~5,000 회에서 전극 부근 흑화 발생	100,000회까지 흑화 거의 없음

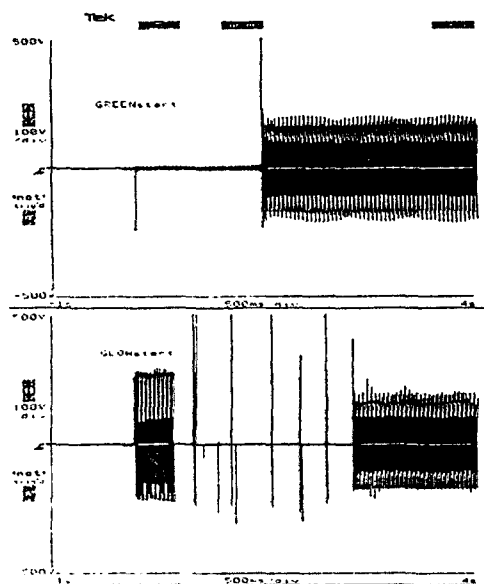


그림 4-1. 스타터 양단 전압의 파형의 비교.

(a) 전자식 스타터 (b) 글로우 스타터

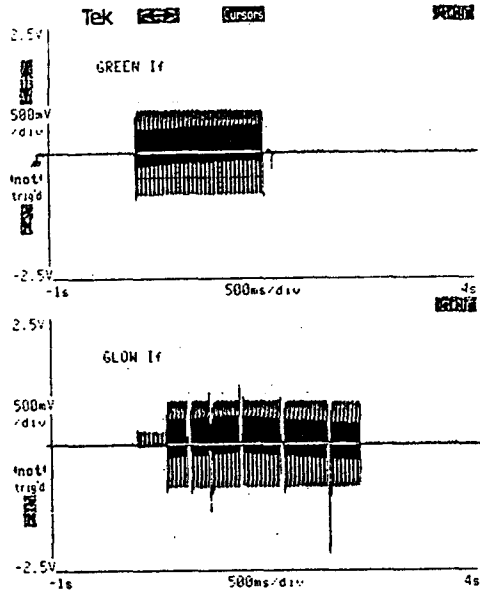


그림 4-2. 필라멘트 예열전류의 파형 비교.
(a) 전자식 스타터 (b) 글로우 스타터

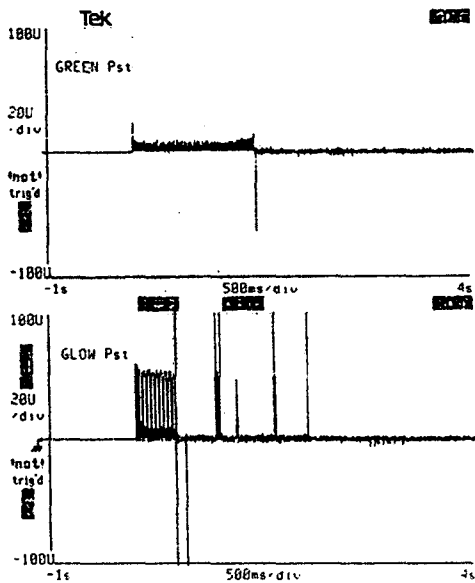


그림 4-3. 스타터 소비전력 파형의 비교.
(a) 전자식 스타터 (b) 글로우 스타터

V. 결론

형광램프의 시동시 필라멘트를 충분히 예열하면서 전원의 피크 전위에서 점등 스위칭을 행할 수 있으며 과열 보호기능을 갖춘 전자식 스타터를 개발하여 시동 및 정열 내구성 특성을 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 기존의 글로우 스타터보다 개발된 전자식 스타터가 점등소요기간이 더 짧아졌으며, 스타터 양단전압 비교 결과 피크전압값도 더 감소하여 필라멘트에 가해지는 충격이 줄어들었음을 알 수 있다.
- 2) 예열전류가 안정적이며, 교류전원의 피크값에서 점등스위칭을 행하여 단 한번에 점등 가능하였다.
- 3) 흑화현상이 거의 발생하지 않았으며 기존의 글로우 스타터를 이용한 경우보다도 램프의 수명 측면에서 뛰어난 결과를 나타냈다.
- 4) 점등시 스타터와 필라멘트에서 소비되는 소비전력도 감소되었다.

이상의 결과로부터 개발된 전자식 스타터의 우수성을 입증하였으며, 램프수명의 향상 및 램프 교체비용의 절감효과와 더불어 램프 폐기에 따른 환경오염의 완화에도 크게 기여할 것으로 기대된다.

VI. 참고문헌

- 1) M. Gyoten, K. Ito, and N. Yoshikawa, "Development of an Electronic Starter for Fluorescent Lamps," J. of IESNA, Vol. 24, No.2, pp.86-90, 1995.
- 2) 金能秀 外, "最近 放電燈安定器의 技術現況", 産業研究院, 1986.
- 3) 日本照明學會, "電子點燈回路의 實用化研究調査報告書", JIER-009, 1987.