

반파정류를 이용한 형광램프용 전자식 스타터의 개발

이동호^U · 송상빈 · 여인선
 전남대학교 공과대학 전기공학과

Development of an electronic starter using a half-wave rectifier for fluorescent lamps

Dong-ho Lee^U · Song-bin Song · In-seon Yeo
 Dept. of Electrical Engineering, Chonnam National University

Abstract - A low-cost electronic starter is developed to decrease ignition failure significantly through successive starting trial and to prevent overheating at the end of fluorescent lamp life. Moreover, it has an additional feature of being capable of ignition at the recovered lamp voltage without any circuit correction.

The developed electronic starter is consisted of four parts - a half wave rectifier circuit, a timer circuit, a switching circuit and a protection circuit. The protection circuit made up of a transistor and capacitors, utilizing capacitive characteristics, carries out successive starting trial and end-of-life protection.

Lamp ignition is completed within 0.5 seconds with taking advantage of a high preheating current from the half-wave rectifier circuit. Nevertheless, its performance is proved to be very excellent through a standard switching endurance test.

및 복귀점등·형광램프의 수명말기보호회로를 추가하여 구성되어 있다.

여기서 자주 거론되는 재점등과 복귀점등에 대한 의미를 먼저 살펴보자.

①재점등: 전자식 스타터가 한번 스위칭을 하여 점등실패시 재차 점등이 되도록 하는 기능이다.

②복귀점등: 램프가 점등된후 전원전압의 변동에 의하여 램프가 소등되었다가 다시 전원전압이 다시 복귀되면 점등되는 기능이다.

새롭게 제시되는 전자식 스타터는 재점등 및 복귀점등 그리고 형광램프의 수명말기보호회로를 전체회로의 한부분으로 구성하여 기존의 각기능에 따른 회로를 설치하는 것을 탈피하여 여러 가지 기능의 형태의 회로를 하나로 묶어서 구성하였다.

1. 서 론

형광램프용 자기식 안정기에 사용되고 있는 스타터는 전자식 스타터의 개발로 기존의 글로우 스타터에 비하여 시동 및 점등특성에서 탁월한 우수성이 입증되고 있다.

이러한 이유로 전자식 스타터의 연구가 활발히 이루어지고 있으나, 소비자의 요구에 의하여 각종 보호 기능이 필요하게 되었고, 그에 따른 회로 소자의 증가로 가격상승의 요인이 발생하였다.

이 논문에서는 회로 소자의 수를 줄이면서 기존의 여러 가지 기능을 이상 없이 사용할 수 있도록 하며, 특히 형광램프의 수명말기시 보호회로 동작에 있어서 캐패시터로써 제어할 수 있도록 구성하였다.

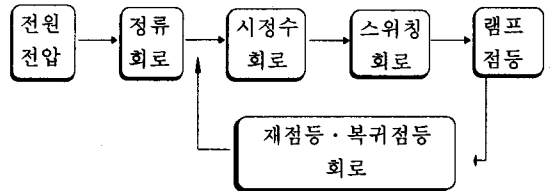
또한, 기존의 전자식 스타터에서는 전파정류를 이용하여 구동시켰으나, 이 논문에서는 반파정류를 이용하여 초기에 많은 전류를 흐르게 함으로써 빠른 시간안에 필라멘트의 최최온도까지 상승시켜 점등시간을 기존의 전자식 스타터보다 단축시키고자 하였다.

2. 본 론

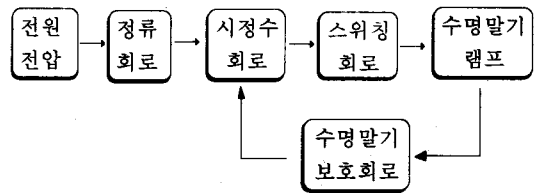
2.1 전자식 스타터의 회로 구성

일반적인 전자식 스타터의 회로구성은 정류회로, 시정수회로, 스위칭회로, 스위칭회로의 게이트제어회로로 3부분으로 구성되어 있다.

이 논문에서 제시할 새로운 전자식 스타터의 회로구성은 위의 일반적인 전자식 스타터의 회로구성에 재점등



(a) 정상동작시 전자식 스타터의 회로동작



(b) 램프 수명말기 전자식 스타터의 회로동작

Figure 1. The block diagram of electronic starter circuit.

그림 (a)의 블록다이어그램에서 전원전압을 반파정류하여 시정수회로로 전달된다. 시정수회로는 RC공진회로로 C가 충전되어 스위칭회로의 게이트에 트리거전압을 인가하여 스위칭이 되도록 하는 방식으로 스위칭회로는 고임피던스 특성을 갖고 있는 MOSFET를 사용하였다.

이 때 형광램프가 점등하지 않을 경우, 재점등회로가 동작하여 전체회로를 리셋시키는 역할을 한다. 재점등회로는 점등실패시 다시 스위칭을 하여 점등이 되도록 하

는 회로이다. 그리고, 형광램프가 초기 정격입력전압에 의하여 점등이 된후, 입력전압의 변동으로 전압강하가 발생하면 램프가 소등된다. 다시 입력전압이 원래의 정격입력전압으로 복귀되어 램프가 다시 점등되는 것을 복귀점등이라 한다.

그림 (b)의 블록선도는 형광램프의 수명말기시에 새로운 전자식 스타터의 회로동작에 관련된 블록선도로서 형광램프가 수명말기시 스위칭 동작으로 점등이 시도되거나 점등실패로 인하여 재점등이 되는데 재점등이 반복될 경우 재점등에 인하여 스위칭소자의 과열이나 열적파괴로 인하여 화재발생의 요인이 되기도 한다.

여기서 제안한 전자식 스타터에 C를 이용하여 C가 충전되어 동작이 되지 않도록 설계되었다.

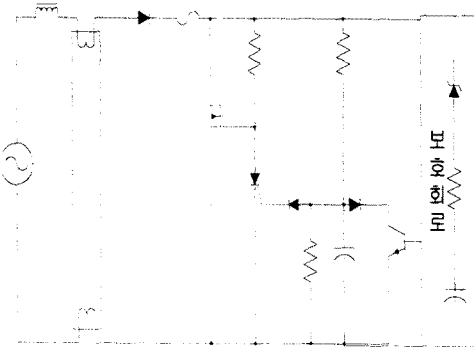


Figure 2. The developed electronic starter circuit.

이러한 기능은 복귀점등과 재점등 및 수명말기보호회로가 같이 구성되어 있다.

이와 같이 3가지기능을 한 회로로 구성이 가능함으로 기존의 전자식 스타터에 비하여 회로소자가 적어서 회로 구성이 간단하다.

2.2 실험 및 고찰

새로운 형광램프용 전자식 스타터를 실제로 제작하여 점등실험 및 여러 가지 기능에 대하여 실험을 하여 다음과 같은 파형을 얻을 수 있었다. 이 논문에서 실험대상 램프는 형광램프 FL-40D를 사용하였으며, 실험조건은 상온에서 측정하였다.

2.2.1 일발 점등 및 점등시간

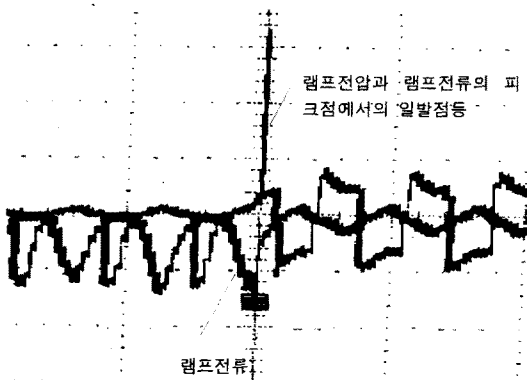


Figure 3. Single pulse ignition waveforms of the proposed electronic starter.

새로운 형광램프용 전자식 스타터는 전압과 전류의 피크 점에서 점등이 되도록 설계되었으며, 반파정류를 이용하여 램프 전류가 전파정류보다 크므로 램프의 필라멘트를 일정온도까지 상승하는 시간을 단축시킬 수 있다.

위의 그림 3은 새로운 형광램프용 전자식 스타터의 예열전압과 전류의 파형으로써 실제에서도 램프전압과 램프 전류의 피크치점에서 일발점등이 됨을 알 수 있다.

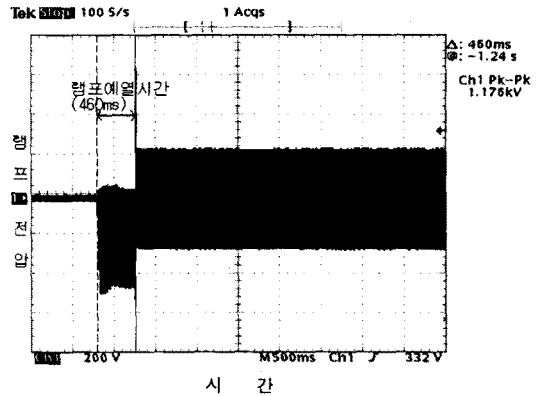


Figure 4. Lamp voltage waveforms.

위의 그림 4는 반파정류를 이용하여 실제 램프의 전압을 측정함으로써 기존의 전파정류를 이용한 전자식 스타터에 비하여 예열점등시간이 단축이 됨을 알 수 있다. 이것은 반파정류를 이용하게 되면 전파정류에 비하여 램프전류가 크므로 예열점등시간을 단축시킬 수 있다. 이러한 이유로 기존의 전자식 스타터에 비하여 예열 시간을 단축할 수 있다.

2.2.2 복귀점등 및 수명말기 보호

일반적으로 정격입력전원의 상태에서는 전자식 스타터는 기본적으로 점등이 된다. 그러나, 점등된 후 엘리베이터와 같이 전원공급의 불균형으로 갑작스런 전압강하가 발생하여 램프점등전압이 유지되지 못하면 형광램프는 소등되고, 다시 정격입력전압으로 전원전압이 상승하여도 복귀점등회로가 구성되지 않으면 형광램프가 다시 점등되지 않는다.

여기서 제안한 전자식 스타터는 전원전압의 갑작스런 전압강하에 의하여 램프가 소등되고 다시 전압이 복귀되면 점등될 수 있도록 회로를 구성하였다.

위의 그림 5는 정격입력전압의 변동이 있어도 정격입

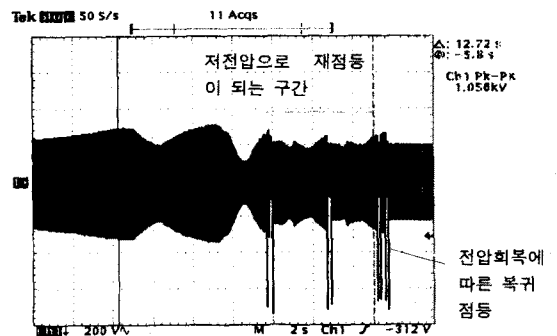


Figure 5. Ignition characteristics at the recovered lamp voltage.

력전압으로 전원전압이 복귀되면 점등이 되는 것을 실제 제작한 전자식 스타터로 측정한 결과이다.

램프전압파형에서 보듯이 램프점등전압이 다시 원래대로 복귀되면 램프가 다시 점등이 됨을 알 수 있다.

또한, 형광램프 수명말기시 전자식 스타터의 재점등기능으로 한번 점등이 되지 않으면 점등이 될 때까지 지속적으로 재점등회로가 동작하므로 스위칭소자의 동작이 지속되어 스위칭소자의 열적파괴에 의한 과열로 화재의 위험이 강조되어 왔다.

이러한 이유로 기존의 전자식 스타터의 제작에 있어서 이러한 수명말기보호회로를 위하여 여러 가지 방법이 제안되고 있으나, 여기서는 일반적인 캐패시터를 이용하여 수명말기보호회로를 간단하게 제작할 수 있다.

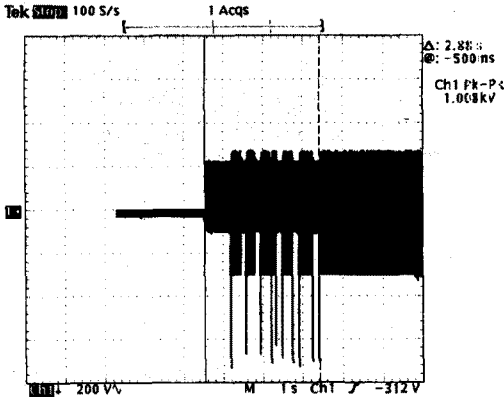


Figure 6. Lamp voltage waveforms with End-of-life protection feature.

그리하여, 그림 6과 같이 충전시간이 결정되어 그 충전시간동안 재점등기능이 동작하여 형광램프에 일정하게 점등전압을 주지만, 충전이 완료되면 재점등기능이 멈추도록 되어 실제에서도 그림 6과 같은 파형이 얻어졌다.

2.2.3 점멸 동작 내구성

한국공업규격에는 전압을 정격 입력 전압으로 하여 25초간 OFF, 35초간 ON의 조작을 6,000회 반복 실시하도록 되어 있다.

표 1. 제안된 전자식 스타터의 점멸내구성 실험결과

스타터교환횟수	교체없음
흑화발생	흑화없음
점등시간	0.5초이내

새로운 전자식 스타터는 13,000회를 실시하여 표1과 같은 결과를 얻을 수 있었다. 실험결과 기존의 전자식 스타터에 비하여 점등시간은 빠르며, 흑화발생도 없고, 수명 또한 기존의 전자식 스타터에 비하여 손색이 없음을 알 수 있다.

3. 결 론

형광램프의 점등시 필라멘트를 충분히 예열하여 교류전원의 피크 전위에서 점등 스위칭을 행하고 여러 가지 기능을 갖춘 전자식 스타터를 개발하여 여러 가지 시동 특성 및 여러 가지 기능에 대한 실험을 하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 반파정류를 이용하여 교류전원의 피크치점에서 스타터가 일발점등이 되도록 회로상수를 결정하였으며, 기존의 전파정류를 이용한 전자식 스타터에 비하여 램프전류

가 커지므로 형광램프 필라멘트 예열시간이 단축되었으며, 예열시간의 단축에 따라 점등시간도 단축되었다.

2. 제안된 전자식 스타터는 초기 정격입력전압에서 점등되어 전원전압의 변동으로 인하여 램프가 소등되었다가 다시 정격입력전압으로 복귀되면 램프가 점등이 잘 이루어졌다.

3. 위의 전자식 스타터는 형광램프의 수명말기시 캐패시터를 사용하여 일정한 시간이 되면 재점등기능이 멈추도록 구성하여 3초이내에 멈추었다.

4. 위의 전자식 스타터를 제작하여 점멸 내구성 실험을 한국공업규격에 의거하여 실험한 결과 13,000회의 동작동안 흑화현상 및 스타터의 교환 없이 항상 일정하게 동작한다.

5. 이러한 여러 가지 기능이 한회로로 구성되어 여러 가지 기능을 따로 구성하는 경우에 비하여 회로소자가 적으며, 회로구성이 간단하다.

위의 결과로부터 새로운 전자식 스타터가 기존의 전자식 스타터에 비하여 회로구성이 간단하며, 또한 여러 가지 기능 면에서 그리고 점등특성에서 우수성이 입증되었다. 이러한 전자식 스타터의 연구로 기존의 등기구를 사용하여 형광램프의 수명을 연장시킬 수 있다.

[참 고 문 헌]

- (1) M. Gyoten, K. Ito and N.Yoshikawa, "Development of an Electronic starter for Fluorescent Lamps." Journal of the Illuminating Engineering Society, pp.86-90, 1995.
- (2) 정영춘, 광재영, 여인선, "형광램프용 전자식 스타터의 개발", 1996년도 추계학술발표논문집, 한국조명·전기설비학회, pp.49-52, 1996.
- (3) 정영춘, 광재영, 이동호, 박규철, 여인선, "MOSFET를 사용한 형광램프용 전자식 스타터", 1997년도 하계학술대회논문집, 대한전기학회, pp.2075-2077, 1997.
- (4) I.S.Yeo, J.Y.Gwark, Y.C.Jung, "Development of an Electronic Starter for Fluorescent Lamps with Optimum Filament Preheating by FET Switching.", the 3rd Lux Pacifica '97, Nagoya, Japan, 1997.
- (5) 이동호, 광재영, 여인선, 정영춘, "PSpice시뮬레이션을 이용한 전자식 스타터의 설계.", 1997년도 추계학술발표논문집, 한국조명·전기설비학회, pp.11-13, 1997.