

전자식 스타터의 램프수명말기 보호 회로

(A Study on the Protection Circuit of Electronic Starter for Fluorescent Lamps of end-of-life)

신상욱* · 이진우**

(Shin-Sang Wook · Yi-Chin Woo)

요 약

본 연구는 전자식 스타터를 사용하는 경우 형광램프 수명말기에 발생하는 이상상태에서 회로를 보호할 수 있는 보호회로에 대한 것이다. 본 논문에서는 이를 위하여 OP AMP와 SSR을 사용한 보호회로를 제시하였다. 제안된 회로를 PSpice를 사용하여 시뮬레이션을 수행하였으며, 이를 실험결과와 비교하여 그 타당성을 입증하였다.

Abstract

This paper reports the development of the protection circuit of electronic starter for fluorescent lamps of end-of-life. The key point of this paper is to protect for lamp of end-of-life by four operational amplifiers(OP AMP) and one solid state relay(SSR). In this paper we simulated the circuit by PSpice and compared with experimental results.

1. 서 론

인류생활의 질적 향상과 각종 산업의 발전으로 인해 조명분야에 대한 연구와 관심이 최근 들어와서 급진적으로 증가하고 있다. 특히 현대에 들어서면서 심각한 환경문제와 에너지의 효율적인 사용이라는 대전제 아래 형광등의 수명연장과 안정기의 절전화를 위하여 많은 연구가 진행되고 있다. 이러한 연구들로서는 램프분야에서 세관화 및 혼합가스를 사용하여 램프전력을 절감시키는 연구가 진행되고 있으며, 안정기분야에서는 기존의 자기식 안정기의 고효율화와

효율이 상대적으로 우수한 전자식 안정기에 대한 연구가 현재 널리 진행되고 있다. 그러나, 전자식 안정기의 경우는 고주파 점등에 따른 전자파의 방출로 인해 통신장비의 교란 및 컴퓨터의 오동작을 유발시킬 수 있으며, 가격이 비싸고 신뢰성에 대한 문제가 제기되고 있다.

자기식 안정기의 경우에도 시동을 위하여 글로스타터를 사용하고 있는데, 이 경우 스타터 수명이 짧고, 예열-시동 과정이 불규칙하여 램프의 조기 흑화현상 및 필라멘트의 단선이 발생하고, 전력낭비 및 램프의 잦은 교체로 인한 유지보수 비용과 램프의 폐기에 따른 환경오염의 문제 등이 발생한다[1].

최근에 형광등에 요구되고 있는 성능으로는 소프트 스타트 점등과 수명연장 그리고 소비전력의 최소화이다. 이를 위하여 일반화된 자기식 안정기를 대신

*정회원 : (주)세원전기 개발팀 팀장

**정회원 : 호서대 공대 전기·전자·제어공학부 조교수
접수일자:1998. 5. 30.

전자식 스타터의 램프수명말기 보호 회로

하여 전자식 안정기를 채택하여 사용하고 있는 실정이나 가격이 비싸고 신뢰성이 낮으며 특히 고주파 점등방식으로 인해 환경에 유해한 전자파를 발생시키기 때문에 사용에 대한 제약성이 드러나고 있다.

이와 같은 제약성을 가지는 전자식 안정기 대신에 일반화된 자기식 안정기에 글로 스타터 대신 반도체 소자를 사용해 전자화한 전자식 스타터로 사용하면 소비전력을 줄일 수 있으며, 램프의 수명연장도 가능하다[2][3].

그러나, 시동만을 위한 전자식 스타터는 형광램프가 수명말기에 정상적인 점등을 하지 못하는 경우 불필요한 전력낭비와 과전류로 인한 동기구의 화재 발생 등의 문제를 일으킬 수 있다.

본 논문에서는 전자식 스타터의 장점에 영향을 주지 않고 형광램프의 수명말기에 전자식 스타터 및 안정기를 보호할 수 있도록 램프 과전압을 검출하여 정상상태시의 전압과 비교하여 차단회로를 동작시켜 스타터 효율성과 안정화를 제고시키고자 한다.

II. 시뮬레이션 및 실험

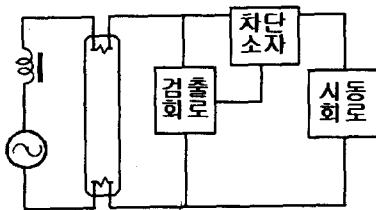
1. 회로구성과 동작특성

본 절에서는 제안된 전자식 스타터 회로도와 각 모드별 동작에 대해서 설명하고자 한다.

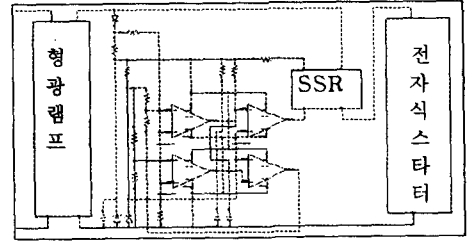
가. 회로구성

구성된 전체 회로의 블록다이어그램 및 회로도도는 그림 1과 같다.

실제 회로도도 전자식 스타터의 정류회로, 스위칭 회로, SCR을 이용하여 시정수를 제어하는 시간제어 회로와 램프 수명말기의 이상상태전압을 검출하여 차단동작을 하는 차단회로의 4부분으로 구성되어 있다.



(a) 블록도



(b) 회로도

그림 1. 블록도 및 회로도

Fig. 1. Block diagram and circuit

나. 동작특성

전자식 스타터의 시동과 점등, 차단,의 각 모드별 동작 원리에 따른 동작특성은 다음과 같다.

a. 모드 1 (예열모드)

교류전원이 안정기와 형광램프에 입력되면 전자식 스타터가 ON상태가 되어 전류가 형광램프의 필라멘트에 흘러 램프가 예열된다.

b. 모드 2 (시동모드)

전자식 스타터는 설정된 시상수에 의하여 일정한 시간 후, OFF상태로 되며 동시에 형광램프의 양단 필라멘트에서는 안정기의 인덕션키에 의하여 피크전압이 발생하여 형광램프가 시동된다.

램프가 정상 시동하면 램프전압은 감소하여 전자식 스타터에는 동작전압보다 낮은 전압이 인가되어 부동작 상태로 있게 된다.

c. 모드 3 (검출모드)

형광램프가 시동 후 양단전압의 변화를 계속적으로 검출하여, 검출회로의 연산증폭기 입력단에 설정된 제한전압과 비교하여 검출회로의 출력을 변화시키는 모드이다.

시동 후 램프의 양단전압은 전원전압보다 크게 떨어지므로 제한전압은 정상상태의 램프 양단전압의 115[%]인 122[V]를 설정하여 비교한다.(40[W]의 경우)

램프가 정상일 경우 램프 양단전압은 제한전압보다 낮아서 검출회로의 연산증폭기는 출력을 내지 않는다.

램프가 수명말기에 이르면 램프전압이 상승하게 되는데 상승된 전압이 설정된 제한전압보다 높아지면 연산증폭기는 일정 출력을 내게 된다.

보다 높아 검출회로의 연산증폭기는 동작시간을 지연시켜 피크전압 발생이후부터 검출동작을 시작할 필요가 있다. 이를 만족시키기 위하여 본 논문에서는 연산증폭기의 과도 트래핑 시간을 조절할 수 있도록 저항과 커패시터의 시상수를 이용하여 시간지연을 조절하였다.

d. 모드 4 (차단회로)

차단회로는 모드 3의 검출모드에서 출력된 연산증폭기의 출력전압을 차단소자인 SSR의 구동전압으로 인가되게 하였다.[4]

램프전압이 제한전압보다 낮은 경우 연산증폭기는 출력을 내지 않으므로 차단소자의 구동전압은 인가되지 않고 차단소자는 b점점(도통상태)을 유지하게 된다. 램프 수명말기에 램프전압이 제한전압보다 높게 되면 연산증폭기는 차단소자의 구동에 충분한 출력전압을 발생시키므로 차단소자는 a점점(차단상태)으로 바뀌어 회로를 차단시켜 램프이상상태에서 안정기 및 전자식 스타터를 안전하게 보호하게 된다.

2. 시뮬레이션

본 절에서는 제안된 전자식 스타터를 PSPICE6.0을 통해 입력에 대한 검출회로 및 차단동작을 확인해 보았다.

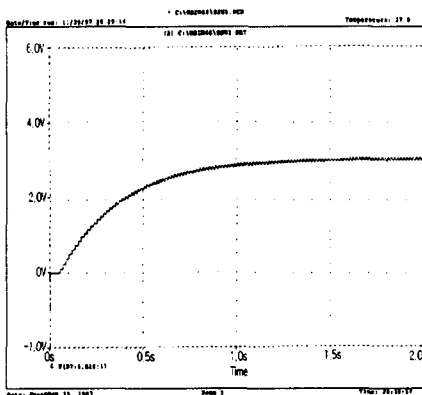


그림 2. 연산증폭기의 출력전압 (정상적인 형광램프)
Fig. 2. Output voltage of operational amplifier (normal fluorescent lamp)

우선 정상상태시의 전자식 스타터는 예열과정에서 시동과정으로 진행도중 전자식 스타터의 회로차단

동작으로 인해 높은 전압이 형광램프 양단에 발생하게 되는데 이때의 펄스전압은 이상상태시의 과전압과는 달리 시동에 꼭 필요하기 때문에 검출회로에서는 이를 무시하여야 한다. 그러므로, 검출회로의 시간지연소자를 통해서 적당한 시간지연을 주어야 한다.

그림 2는 입력 220[V]일 때 램프가 정상 점등할 경우, SSR의 구동전압인 연산증폭기의 출력단을 계산한 것이다.

검출회로는 시동시 2[초]의 시간지연 후 검출을 시작하도록 설계하였으므로, 시동시 높은 펄스전압이 발생하는 경우에는 차단동작을 하지 않는다.

그림 3은 입력 220[V]일 때 수명말기의 형광램프를 사용하여 램프전압이 높아지는 경우, SSR의 구동전압인 연산증폭기의 출력을 시뮬레이션한 것이다. 2[초]의 시간지연 이후 이상상태의 전압이 발생하였을 경우, 검출회로는 발생된 과전압을 검출하여 SSR의 동작 전압인 5V를 SSR에 공급하여 회로를 차단하였다.

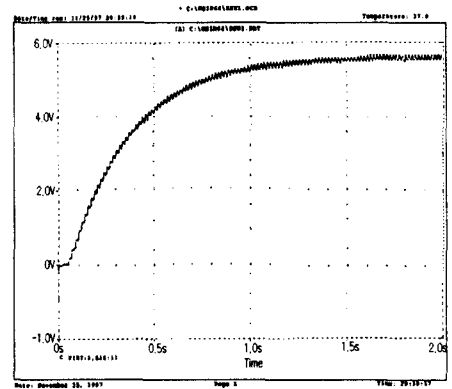


그림 3. 연산증폭기의 출력전압 (수명말기의 형광램프)
Fig. 3. Output voltage of operational amplifier (fluorescent lamp of end-of-life)

회로도 작성과정 중 검출회로 제작에 사용한 연산증폭기 LM 339(14Pin)가 PSPICE의 라이브러리에 없어 특성이 유사한 다른 LM계 연산증폭기 4개를 가지고 조합하였고, SSR도 라이브러리에 없어서 SSR의 구동전압만을 시뮬레이션하였다.

나. 전자식 스타터의 차단실험

그림 4는 정상적인 램프를 사용한 경우, SSR의 구동전압인 연산증폭기의 출력전압 파형을 측정 한 것이다.

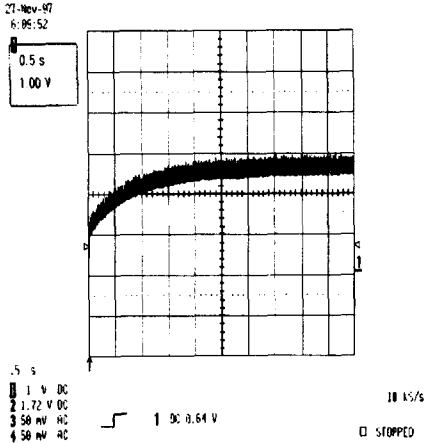


그림 4. 연산증폭기의 출력전압 (정상적인 형광 램프)
Fig. 4. Output voltage of operating amplifier (normal lamp)

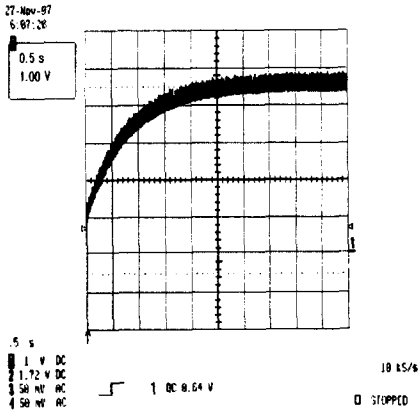


그림 5. 연산증폭기의 출력전압 (수명말기 형광램프)
Fig. 5. Output voltage of operation amplifier (fluorescent lamp of end-of-life)

램프 시동시, 전자식 스타터의 트리거로 인해 자

기식 안정기에서 높은 킷전압이 발생하나 검출회로는 시간지연을 가지므로 시동에 필요한 펄스전압 발생시에는 검출회로에서 오동작을 일으키지 않는 것이 확인되었다. 그림 5는 수명말기의 램프를 사용한 경우의 검출회로에서 SSR에 대한 구동전압을 측정 한 것이다.

수명말기 형광램프의 경우 검출회로와 차단회로가 없는 경우 전자식 스타터가 계속적으로 동작하여 펄스전압을 계속적으로 발생시킨다. 이 경우 램프는 심하게 깜박거리며, 스타터가 불안정하게 동작을 한다. 검출회로와 차단회로를 삽입한 경우에는, 시동 펄스 전압이 발생한 후 검출회로에서 주어진 지연시간 다음에 발생하는 전압을 검출하여 설정된 제한전압과 비교하여, 과전압이 인가된 경우에는 SSR에 약 5[V]의 구동전압을 공급하는 것이 측정되었다.

III. 결 론

전자식스타터는 전자식안정기와 더불어 램프시동 장치로 그 비중이 점차 증가하고 있다. 최근 반도체 기술의 향상으로 인해 다수의 전자식 안정기와 스타터가 개발되어 왔으며, 연구가 활발히 진행되고 있는 상황이다. 전자식스타터는 가격과 신뢰성, 수명, 기타 여러 가지 측면을 검토하여 유용하게 사용될 수 있다는 것이 판명되었다. 그러나, 램프의 수명말기에 여러 가지 불안정한 상태가 지속될 경우 전력의 낭비, 전자식 스타터 및 기타 등기구의 파손으로 확대 될 수 있다.

본 논문에서는 수명말기 보호회로를 제작하였으며, 제작된 보호회로는 연산증폭기를 이용한 검출회로와 SSR을 이용한 차단회로를 구성하여 전자식 스타터에 연결하고 램프의 수명말기에 발생하는 과전압을 검출하여 등기구 회로를 차단함으로써 등기구의 안전성을 제고할 수 있었으며, 불필요한 전력낭비를 줄일 수 있음을 입증하였다. 본 논문에서 제안한 보호회로는 여러 가지 형광등기구 회로에 수명말기 보호회로로 원용될 수 있다.

앞으로 전자식 스타터가 활발히 개발됨에 있어서 본 논문이 램프 수명말기 보호회로의 자료로 사용될 것으로 생각한다. 앞으로 더욱 간편한 검출회로 및 차단회로를 내장한 전자식 스타터들에 대한 연구가 계속되어야 한다고 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] 조현춘 손종구, “형광등 점등방식의 기술적 비교 검토”, 한국조명·전기설비학회지 vol.11, No.3, 1997. 6, pp.56~60.
- [2] 정영춘 광재영 여인선, “형광램프용 전자식 스타터의 개발” 한국조명·전기학회논문집, 1996. 11, pp.49~52.
- [3] M. Gyoten, K. Ito, N. Yoshikawa, “Development of an Electronic starter for Fluorescent Lamps”, J. of IESNA Vol. 24, No. 2, 1995. 2, pp.86~90.
- [4] 윤병도·정재륜, “최신전력전자공학”, 김영출판사, 1987. 4, pp. 434~435.

◇ 저자소개 ◇

신 상 욱 (申相旭)

1969년 8월 5일생. 1996년 호서대 공대 전기공학과 졸, 1998년 호서대 대학원 전기공학과 졸(석사). 현재 (주)세원전기 개발실 팀장.

이 진 우 (李鎭雨)

1961년 2월 4일생. 1984년 서울대 공대 전기공학과 졸. 1986년 서울대 대학원 전기공학과 졸(석사). 1990년 서울대 대학원 전기공학과 졸(박사). 세명백트론(주) 연구실장. 현재 호서대 공대 전기·전자·제어공학부 조교수. 당학회 이사.