

형광램프의 점멸 및 가변색 동작을 위한 제어회로

(A Control Circuit for Blinking and Color Variaton Operations of Fluorescent Lamps)

송상빈* · 곽재영** · 여인선***

(Song Sang-Bin · Gwark Jae-Young · Yeo In-Seon)

요 약

이 논문에서는 형광램프를 광고판에 사용할 수 있도록 하기 위해 형광램프의 점멸 및 가변색 동작으로 제어할 수 있는 전자식 스타터와 제어장치를 개발하였다. 개발된 전자식 스타터는 제어장치의 점등신호에 따라 20~40[W] 형광램프를 일발 점등시키며, 최소 0.2[s] 동안의 점멸 동작에서도 램프 수명을 3,000시간 이상 보장할 수 있다. 또한 마이크로컨트롤러로 구성된 제어장치는 최대 128개의 형광램프가 제어가능하고, 10가지 이상의 점멸 모드와 3개의 RGB 형광램프를 이용하여 7가지 광색을 표현할 수 있는 가변색 모드가 가능하다.

Abstract

In this paper, an electronic starter and controller are developed for blinking and color variation operations of fluorescent lamps, which would be suitable for use in an advertising panel. The developed electronic starters enable single-pulse ignition for fluorescent lamps of 20~40[W] according to the start signal of controller, and the lamp life is expected to go beyond 3,000 hours with blinking operations for minimum 0.2[s]. Also, the controller based on a micro-controller can handle up to 128 fluorescent lamps and have ten modes of blinking patterns and 7-color variation modes.

1. 서 론

대부분의 대형 및 소형 광고판에는 네온관과 냉음극관을 주로 사용하고 있으나, 이러한 네온관과 냉음극관은 효율이 낮고 가격이 비싸며 점멸동작시 교전압이 연속적으로 개폐됨으로써 아크가 발생하는 문제점이 있다[1]. 따라서 기존 네온관보다 가격이 매우 저렴하고 전력량의 소비를 약 30%이상 줄일 수 있으며, 부드러운 이미지의 미적 효과가 뛰어나고

RGB 광색을 혼합하여 가변색 광고효과를 나타낼 수 있는 열음극 형광램프에 대한 사용이 대두되고 있다.

그러나 현재 광고용으로 사용되고 있는 형광램프는 기존 네온사인과의 같이 다양하고 빠른 점멸과 가변색 패턴제어를 할 수 있는 분야에는 적용되지 않고, 단순히 광고판 백라이트 조명용으로 사용되고 있는 실정이다. 이는 기존 구동회로를 사용한 형광램프는 잦은 점멸과 패턴제어에 램프 및 안정기의 수명을 보장받을 수 없고, 회로소자의 수손이나 과열에 따른 위험성을 내포하는 단점이 있다. 또한 비교적 특성이 양호한 제품의 경우에는 일반적인 자기식 안정기를 사용하지 않고 특별히 제작된 안정기를 사용하는 문제점으로 인하여 초기 설치비용이 비싸다는

* 정회원 : 전남대학교 전기공학과 박사과정

** 정회원 : 전남대학교 전기공학과 객원교수

*** 정회원 : 전남대학교 전기공학과 및 RRC 교수
접수일자 : 2000년 12월 27일

단점이 있다.

이 논문에서는 자기식 안정기에 전자식 스타터를 사용하여 형광램프를 예열점등할 경우에 잦은 점멸에도 램프수명을 보장받을 수 있음을 착안하여 열음극 형광램프에 대한 점멸동작이 최적조건으로 구동할 수 있는 전자식 스타터를 개발하고, 광고판의 점멸 및 패턴제어와 RGB 형광램프 가변색 제어 기능을 수행할 수 있도록 하는 다양한 점등패턴을 가진 전자식 스타터용 제어장치를 개발하고자 하였다. 이러한 구동회로는 직관형 20, 40[W] 열음극 형광램프를 128등 제어할 수 있으며, 10가지 이상의 점멸 및 점등패턴과 RGB 형광램프를 이용하여 7가지 광색을 표현할 수 있는 가변색 패턴을 구현할 수 있다. 또한 이러한 기능에 대하여 형광램프의 수명이 약 3,000시간 이상의 수명을 보장할 수 있고, 형광램프 응답제어속도는 0.2[s] 이내로 하여 개발하였다.

2. 점멸동작을 위해 개발된 전자식 스타터

2.1 기본적인 전자식 스타터의 구조와 특성

형광램프 전자식 스타터는 기존의 자기식 안정기에 글로 스타터를 사용하는 조명시스템으로써 글로 스타터 부분을 전자회로로 구현하여 대체하고자 한 것으로, 반도체 스위칭 소자의 ON/OFF동작으로 시동초기에 충분한 예열전류를 인가하여 전극 가열을 통한 충분한 자유전자의 수를 증가시킨 후에 높은 시동 펄스전압을 인가하여 형광램프를 시동하는 방식이다[2][3].

일반적으로 방전램프는 시동초기에 큰 시동전류가 흐르는데, 예열시동회로의 형광램프의 경우에는 양 필라멘트를 통한 큰 단락예열전류가 흐르기 때문에 전극의 수명을 짧게 할 가능성이 많다. 따라서 스위칭 횟수를 빈번히 할수록 램프수명은 짧아지게 된다.

그러나 예열전류가 너무 낮아도 좋지 못하다. 텅스텐 전극으로부터 충분한 자유전자가 방출할 수 있는 온도는 800[°C] 정도이므로, 예열전류는 이 값을 보장할 수 있는 정도여야 하며, 그렇지 못할 경우 램프는 냉음극 시동을 하게 된다.

그림 1은 전자식 스타터의 기본 구조를 표현한 것

으로써, 회로구성은 정류회로, 스위칭회로, 타이머회로, 재점호 및 보호회로로 이루어져 있다. 근래에는 스위칭 소자로서 MOSFET, SCR을 주로 사용하고 있으며, 타이머회로는 저항과 커패시터로 구성된 간단한 시상수 회로이다. 이 시상수 회로의 커패시터의 충전시간을 이용하여 충분한 예열시간을 설정하고, 예열전류의 피크점에서 순간적으로 스위칭 소자를 OFF시켜 자기식 안정기에 의한 높은 시동펄스 전압을 형광램프에 공급한다. 또한 저온시나 램프 이상 상태로 인하여 램프가 일방점등을 실패할 경우 지속적인 예열전류를 시동펄스 전압을 공급하는 재점호 회로와 재점호회로의 동작에 따라 스위칭 소자의 과열을 방지하기 위한 보호회로가 있다[4][5].

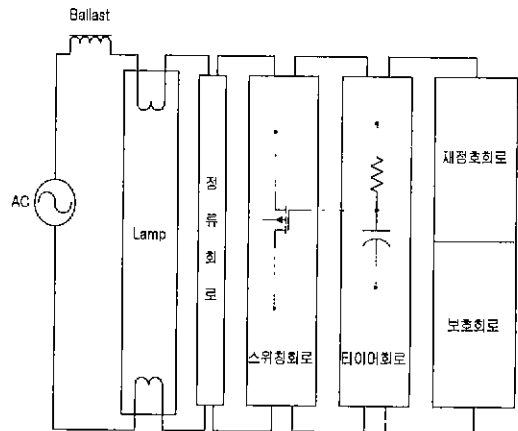


그림 1. 전자식 스타터의 기본 회로도
Fig. 1. Basic circuit of an electronic starter.

2.2 점멸동작을 위한 전자식 스타터의 요건

일반적으로 사용되는 예열시동형 전자식 스타터를 사용하여 형광램프를 점멸동작시킬 경우에 저온시나 불충분한 예열전류에 의한 점등실패, 잦은 예열전류에 의한 스위칭소자 및 안정기와 형광램프의 수명 단축 등의 여러 가지 문제점이 발생하게 된다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 다음과 같은 특성을 갖는 특별한 전자식 스타터의 회로를 구성해야 한다.

(1) 상용 주파수(60[Hz])와 입력전압(220[V])에 동작하고 형광램프(20[W], 40[W])의 종류에 관계없이 동작하여야 한다.

형광램프의 점멸 및 가변색 동작을 위한 제어회로

(2) 전자식 스타터용 제어회로의 램프 ON/OFF 신호에 의한 전자식 스타터 회로의 정확한 동작에 의한 형광램프의 점멸이 이루어져야 한다.

(3) 저온시나 램프 점등 실패시, 또는 부족한 예열 시간 발생시 높은 시동펄스 전압을 발생시켜야 하고, 필요하다면 지속적인 펄스전압의 공급으로 램프가 정확히 점등되어야 한다.

(4) 잦은 점멸 동작에도 충분한 램프 수명이 약 3,000시간 보장되어야 하며, 스위칭 소자나 회로소자의 과열이 일어나지 않아야 한다[6][7].

2.3 개발된 전자식 스타터의 회로 구성

그림 2에서 보이는 것처럼, 개발된 전자식 스타터는 (a)입력전원제어부, (b)전파정류부, (c)스위칭부, (d)예열제어부로 나눌 수 있다.

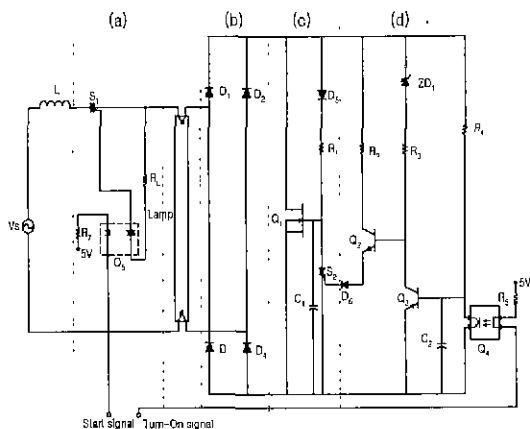


그림 2 제안된 전자식 스타터의 회로도
Fig. 2. Proposed electronic starter circuit.

입력전원제어부(a)는 3단자 교류스위치 TRIAC을 사용하여 램프에 입력 교류전원을 공급하거나 제거하고, 전파정류부(b)는 지속적인 점멸 예열동작에서도 안정적인 예열전류가 공급되고 자기식 안정기 및 스위칭 소자를 보호할 수 있도록 하기 위해서 1[A] 이내의 예열전류를 공급할 수 있는 전파정류회로를 사용하였다.

그리고 스위칭부(c)는 필라멘트에 예열전류를 공급하고 높은 시동펄스 전압(약 600[V]이상)을 공급할 수 있을 뿐만 아니라, 잦은 점멸동작에 의한 지속적인 높은 예열전류에 충분히 견딜 수 있는 IRF830을

사용하였다.

예열제어부(d)는 충분한 예열전류를 공급한 후 순간적으로 필라멘트 예열전류의 피크구간에서 항상 SCR이 도통되도록 하여 램프에 높은 펄스전압이 공급하고, 램프 점등중에는 SCR이 계속적으로 동작할 수 있도록 SCR의 게이트 전류를 공급하는 역할을 한다. 또한 저온시나 램프 이상 동작시에 일발점등이 실패할 경우, 예열제어부(d)는 제어 트랜지스터(Q2와 Q3)를 제어하여 형광램프에 지속적인 펄스전압을 공급하여 형광램프가 재시동될 수 있도록 하였다.

2.4 개발된 전자식 스타터의 회로 특성

2.4.1 예열 동작 특성

먼저 Start 신호에 동작신호가 입력되어 트라이액 S1이 동작하면 전원전압이 안정기를 거쳐 램프 필라멘트로 전달되고, 필라멘트에 연결된 정류회로에 의해 전파 정류 전압이 전자식 스타터에 공급된다. 이러한 전파 정류 전압은 다이오드 D5와 저항 R1을 통하여 스위칭소자(MOSFET)의 게이트에 전류가 공급되고 스위칭소자가 도통하게 된다. 이러한 스위칭소자의 도통은 필라멘트에 예열전류를 흐르게 하고, 점등 신호(Turn-On)가 포토커플러 Q4에 인가되어 SCR이 도통될 때까지 예열전류가 공급된다

또한 인덕턴스와 정류회로로 구성되어 있는 예열 동작 회로에서는 전원주파수 1주기(2π) 동안의 평균 전류가 항상 일정하기 때문에 도통각(예열전류가 흐르는 구간)의 크기에 따라서 예열전류 피크값의 크기가 반비례적으로 변화한다. 이것은 초기 예열동작 시점, 즉 트라이액 S1이 동작되는 시점에 따라서 초기 도통각이 변화하게 되어, 스위칭소자의 초기 1주기동안에 순간적으로 높은 피크전류(약 3[A]정도)가 흐르게 된다. 이는 필라멘트에 순간적으로 높은 전류가 흐르게 되어 램프 수명이 짧아지는 요인이 된다. 이를 방지하기 위하여 스위칭소자의 게이트와 소오스 사이에 커패시터 C1을 삽입하였으며, 이는 초기 스위칭소자의 동작시점을 전원전압의 크기가 상승되는 구간에서 이루어지도록 하여 도통각을 2π 에 근접하게 함으로써 높은 피크전류의 발생을 방지한다.

2.4.2 시동 동작 특성

가) 높은 시동펄스 전압 공급

형광램프의 예열시간이 지난 후 점등(Turn-On) 신호가 High에서 Low로 전환하게 되면 바로 스위칭소자(MOSFET)가 바로 동작되지 않고, 예열전류와 전원전압이 서로 높은 지점에서 중첩되는 시점에 스위칭소자가 바로 OFF되어야만 형광램프에 높은 펄스 전압이 발생되어 형광램프의 일발점등이 가능하게 된다. 만약 예열전류 피크점이나 높은 전원전압의 위치에서 스위칭 동작을 하지 못한다면, 형광램프는 높은 시동펄스 전압을 램프에 발생시키지 못하여 점등 실패의 원인이 된다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 개발된 전자식 스타터는 다음과 같은 방법으로 해결하였다.

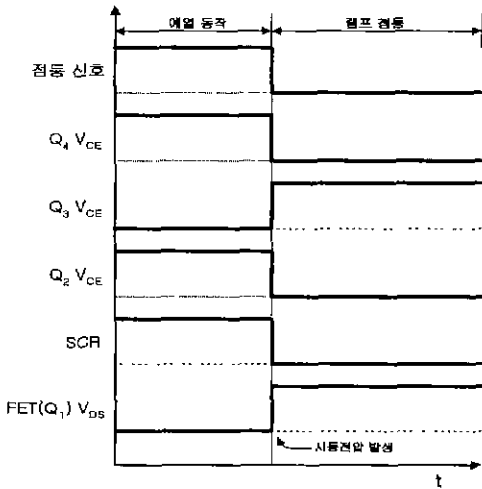


그림 3. 트랜지스터의 시퀀스 동작에 따른 타임차트
Fig. 3. Time chart according to the sequential operation of two transistors.

1) 예열전류의 피크점에서의 스위칭 동작

그림 3과 같은 트랜지스터의 시퀀스 동작에 의하여, 예열전류 피크점에서 스위칭소자가 동작하게 됨으로써 램프에 높은 시동 펄스 전압을 발생시키도록 하였다.

먼저 예열 동작시 트랜지스터 Q3는 포토커플러 Q4가 동작하지 않기 때문에, 저항 R4에 의해 안정적으로 ON상태를 유지하고 트랜지스터 Q2는 OFF 상태를 유지한다. 이 상태에서 점등 신호에 의해 포토커플러가 도통되고, 이로 인하여 트랜지스터 Q3는 베이스 전류의 감소에 의해 OFF상태가 되어 트랜지

스터 Q2를 도통시킨다. 그러나 트랜지스터 Q2는 Q3에 비해 상대적으로 높은 베이스 전류가 흘러야만 도통되기 때문에, 충분히 높은 저항 R3에 의해 예열전류가 낮은 구간에서는 Q2가 도통되지 않고 어느 정도 높은 예열전류 구간에서 트랜지스터 Q2가 동작하게 된다. 즉, 높은 예열전류 구간에서 SCR을 도통시킴으로써 높은 펄스 전압을 발생시킬 수 있는 가능성이 증가하게 된다.

2) 높은 전원전압에서의 스위칭 동작

이렇게 높은 예열전류 구간에서 트랜지스터 Q2가 동작되더라도 전자식 스타터에 공급되는 전압정류 전압이 너무 낮게 되면, 이것 역시 매우 낮은 시동 펄스 전압이 나타나게 된다.

따라서 개발된 전자식 스타터는 SCR의 게이트 회로에 다이오드 D6과 제너다이오드 ZD1을 삽입함으로써 공급되는 전압이 어느 정도의 전압 이상이 될 때 게이트에 전류가 흐르게 됨으로써 램프에 충분히 높은 시동 펄스 전압이 발생하게 된다.

나) 점등 후 SCR의 안정적인 동작

형광램프가 높은 시동 펄스 전압에 의하여 일발 점등된 후, 전자식 스타터의 양단 전압은 램프전압과 동일하게 되어 예열동작시의 양단 전압(약 10[V])보다 높게 된다. 따라서 점등시 전자식 스타터의 양단 전압은 적은 게이트 전류에서도 SCR을 계속적으로 동작시킬 수 있어서 스위칭소자의 동작을 방지할 수 있다.

그리고 형광램프의 종류에 따라 전자식 스타터의 양단전압이 다르게 나타나더라도 SCR이나 스위칭소자의 동작에 영향을 주지 않도록 하기 위하여 회로 소자 값을 적절히 선정하였다.

2.4.3 재점등 특성

저온이나 램프 이상 동작시에는 높은 시동 펄스 전압을 공급하여도 점등이 실패되는 경우가 높다. 특히 형광램프를 점멸 및 가변색 패턴 제어용으로 사용할 경우에는 실외에서 동작하기 때문에 이러한 현상이 많이 나타나게 되어, 이러한 문제가 두드러지게 나타날 것이다. 따라서 개발된 전자식 스타터는 트랜지스터 Q3의 베이스와 이미터 사이에 커패시터를 첨가하여 이를 해결하였다.

형광램프의 점멸 및 가변색 동작을 위한 제어회로

동작을 살펴보면, 먼저 점등 신호가 변환하여 포토커플러 Q4가 도통하게 되고, 트랜지스터 Q3는 OFF상태가 되어 램프의 시동 펄스 전압이 공급된다. 이 때 램프가 점등이 되면 전자식 스타터의 양단 전압이 전원전압보다 낮아서 높은 저항값을 가진 R4에 의해 C2에 충·방전 전류는 매우 낮아진다. 이렇게 낮은 충·방전 전류는 Q3의 베이스에 충분한 전류를 공급하지 못하게 되어 Q3가 OFF상태를 유지하게 됨으로써 SCR이 계속적으로 동작하게 된다. 그러나 점등이 실패되면 전원 전압이 전자식 스타터의 양단에 공급되기 때문에, 이 전압의 피크지점에서 R4에 의한 C2의 충·방전 전류가 충분히 높게 되어 Q3를 매우 짧은 시간 동안 동작시킴으로써 전원전압의 피크지점에서 펄스 전압이 지속적으로 발생하게 된다. 이에 따라 램프가 점등될 때까지 계속적으로 펄스동작을 하게 된다.

3. 점멸 및 가변색 패턴 제어를 위한 제어회로의 개발

형광램프 점멸동작은 다수의 형광램프를 원하는 ON/OFF시간에 정확하게 제어하기 위해서 전자식 스타터에 대한 제어회로가 필요하다. 개발된 제어회로는 마이크로컨트롤러(AT89C52)를 사용하여 간단한 회로와 프로그램을 구성하였으며, 이러한 마이크로컨트롤러는 형광램프의 예열시간과 ON/OFF 시간을 제어한다. 램프의 ON/OFF동작은 전자식 스타터의 포토트라이악을 통한 Start 신호에 의해 동작하며, 이 신호는 초기 필라멘트 예열동작을 나타낸다. 그리고 예열시간은 형광램프를 점등시키기 위해 시동 펄스전압을 발생시키는 점등(Turn-On)신호에 의해 제어된다. 이러한 신호들은 마이크로컨트롤러에 프로그램된 점멸패턴에 따라 제어회로의 하드웨어와 소프트웨어의 적절한 설계에 의해 발생된다.

3.1 하드웨어의 구조

제어회로는 1개의 마이크로컨트롤러 AT89C52, 2개의 디코더 74LS154, 32개의 D-type 플립플롭 74LS574와 인버터 ULN2803으로 구성되어 있으며, 그림 4는 전체 제어회로의 하드웨어 구성을 블록다이어그램으로 나타낸 그림이다. 마이크로컨트롤러

AT89C52는 8k 바이트의 ROM과 256×8비트의 RAM이 내장되어 있어서 약 128개의 램프를 제어하는 데, 외부 ROM이나 RAM이 필요하지 않게 되어 가격과 공간적인 측면에서 많은 장점을 가지고 있다.

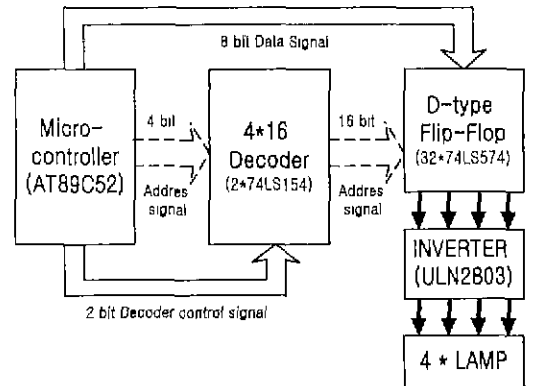


그림 4. 제어회로의 하드웨어 구성에 대한 블록다이어그램

Fig. 4. Block diagram for hardware component of the control circuit.

AT89C52의 P0 포트출력(데이터신호)은 래치 특성을 갖춘 모든 74LS574의 입력핀과 연결되어 있고, 선택된 74LS574는 새로운 Data를 읽어들이 출력하게 되어 있어 새로운 Data가 들어오기 전까지 기다린다. 또한 이렇게 출력된 Data는 인버터 UNL2803에 연결되어 전자식 스타터의 포토 트라이악과 포토커플러를 제어한다. 즉 한 램프당 2개의 제어신호(스타트신호, 점등신호)가 나오기 때문에 한 74LS574의 출력에 4개의 램프가 제어된다.

AT89C52의 P2 포트의 4비트 출력(어드레스신호)과 2개의 선택 신호가 디코더인 2개의 디코더 74LS154에 입력된다. 이러한 2개의 선택신호는 2개의 디코더를 선택적으로 동작시키고, 선택된 디코더는 입력된 4비트 어드레스신호를 16비트로 디코딩하여 16개의 74LS574를 제어하게 된다. 따라서 총 32개의 74LS574를 제어하고, 이 플립플롭은 각각 4개의 램프를 제어하게 됨으로써 전부 128개의 램프를 제어할 수 있는 제어회로를 구성하였다. 또한 플립플롭의 전류 출력은 포토커플러와 포토트라이악을 안정적으로 동작시키지 못하기 때문에, 인버터 ULN2803을 사용하여 일정한 전류가 포토커플러와 포토트라이악에 공급되어 안정적인 제어가 가능하도록

록 하였다.

3.2 소프트웨어 프로그램

그림 5는 점멸 및 가변색 패턴 제어를 위하여 사용된 프로그램에 대한 알고리즘을 나타내고 있다.

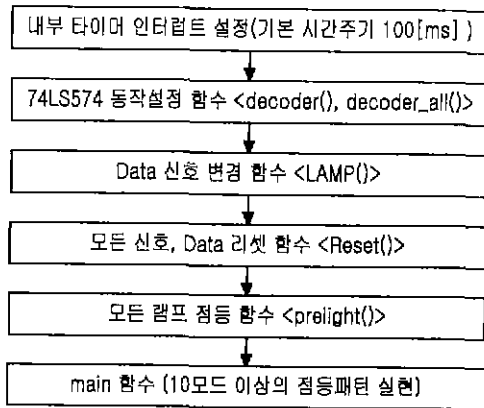


그림 5. 형광램프의 점멸 및 가변색 제어를 위한 프로그램 알고리즘
Fig. 5. Program algorithm for the blinking and color variation control of fluorescent lamps.

먼저 마이크로컨트롤러의 내부 타이머 인터럽터 (약 1[ms])를 이용하여 기본 시간주기를 100[ms]로 설정하였으며, 이는 램프의 점멸동작시 냉음극 시동으로부터 필라멘트를 보호할 수 있는 최소 예열시간이 약 100[ms] 필요하기 때문이다. 그리고 점등패턴을 구성하기 위하여 여러 가지 적절한 함수의 프로그램을 구성하였는데, 이 함수는 32개의 플립플롭을 선택하고 제어하는 함수와 데이터 신호의 내용을 변경하고 저장하는 함수, 점멸동작을 하기 전에 램프의 필라멘트를 충분히 예열하기 위한 전체 램프 ON/OFF 제어 함수(예열시간과 점등시간을 충분히 길게 함) 등이 있다. 따라서 이러한 함수를 이용하여, 128개의 램프에 대해서 10가지 이상의 점멸 패턴과 3개의 RGB 형광램프를 조합하여 다양한 광색을 표현할 수 있는 가변색 패턴을 제어할 수 있는 Main 프로그램을 구성할 수 있었다.

가변색 패턴 제어는 출력되는 형광램프 신호(Start와 Turn-On신호)를 3개의 단위로 하여 RGB 형광램프를 각각 ON/OFF 제어함으로써 총 7가지의 광색을 표현할 수 있으며, 이러한 RGB 형광램프를 하나

의 가변색 단위로 하여 매우 아름답고 부드러운 가변색 패턴 제어를 할 수 있다.

그림 6은 100개의 형광램프에 대하여 1등에서 50등까지, 100등에서 51등까지 동시에 순차적으로 점멸되는 패턴에 대한 타임 차트를 보이고 있다.

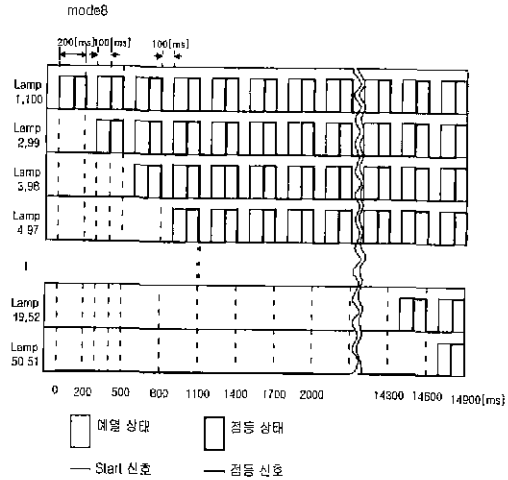


그림 6. 패턴 제어의 실행에 대한 타임차트
Fig. 6. Example of a time chart for pattern control.

4. 결과 및 고찰

이 논문에서는 전자식 스타터를 3개의 단위로 총 30개의 전자식 스타터와 총 128개의 램프를 제어할 수 있는 제어회로의 시제품을 제작하고, 제어회로의 출력에 대하여 30개의 전자식 스타터에 의한 각각의 형광램프를 점등시키고 나머지 제어회로 출력은 LED로 구성하여 형광램프 특성 및 점멸 패턴 시험을 수행하였다.

4.1 시동특성 및 제점호특성

그림 7은 제어회로의 74LS574의 점등신호에 따른 램프전류 및 전압의 시동특성을 보이고 있다. 여기서 제어회로의 점등신호에 의해 램프 예열전류의 피크 값에서 램프가 점등됨을 알 수 있었고 발생하는 시동펄스 전압이 약 600[V]이상으로 발생됨으로써 램프가 일발 점등됨을 알 수 있었다. 또한 형광램프의 필라멘트가 충분히 식은 후에는 약 700[ms]의 예열 시간에서 램프가 일발 점등됨을 알 수 있었고, 어느 정도 램프가 동작한 후 필라멘트의 온도가 상승된

경우에는 100[ms]에서도 일발점등이 가능하였다.

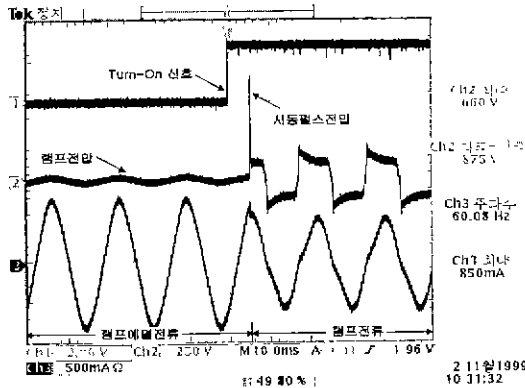


그림 7. 제어회로의 신호에 의한 시동펄스전압
Fig. 7. Single pulse voltage according to the signal of control circuit.

또한 그림 8에서는 예열동작 후 시동 펄스전압이 발생되어도 램프가 점등되지 않을 경우에, 재점호 펄스전압이 매주기마다 펄스전압이 발생하는 것을 나타내고 있다. 여기서 펄스전압은 전원전압의 피크점에서 발생하게 하고 이 동작은 램프가 점등될 때까지 계속적으로 동작하게 된다.

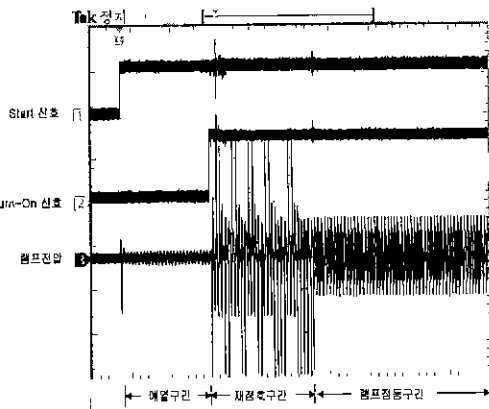


그림 8. 점등 실패시 발생하는 재점호전압
Fig. 8. Re-striking lamp voltage at the ignition failure.

4.2 점멸 및 가변색 패턴 특성

최소 점멸주파수 5[Hz](예열 및 점등주기 100[ms])로 형광램프를 점멸시켰을 경우, 초기 점멸 시에는 적은 예열전류에 의해 일발 펄스 전압에 점

등이 안되더라도 지속적인 시동 펄스전압을 공급하여 램프가 점등되고 어느 정도 필라멘트가 예열된 후부터는 점등실패 없이 일발점등이 가능하였다. 그리고 이러한 최악의 조건에서도 램프는 약 4,000~6,000시간 동안 일발펄스전압에 의한 안정적인 점멸 동작을 하였으며, 그 후는 지속적인 펄스전압에 의해 동작되는 양호한 특성을 나타내었다.

그리고 3개의 RGB 형광램프를 단위로 하여 10가지 이상의 점멸패턴과 7가지 광색을 다양하게 표출할 수 있는 가변색 패턴 제어를 시행함으로써 부드럽고 다양한 가변색 제어가 가능함을 확인하였다.

4.3 점멸동작시 형광램프의 수명시험

개발된 전자식 스타터를 이용하여 T12/40[W] 형광램프를 점멸시켰으며, 100[ms] 예열과 100[ms] 점등주기로 램프를 동작시켜서 램프의 상태와 안정기의 상태를 알아보았다. 빈번한 예열동작은 형광램프의 필라멘트와 안정기에 영향을 주게 되는 데, 시험 결과 안정기는 주위온도 25[°C] 부근에서 약 60[°C]의 온도를 유지하고 있어서 매우 양호한 특성을 보이고 있음을 알 수 있다.

또한 램프의 수명은 램프 양단의 흑화 정도로서 알아볼 수 있는데, 그림 9는 형광램프의 점멸동작의 시간 경과에 따른 램프의 흑화 정도를 나타내고 있다. 계속되는 점멸동작에서도 형광램프의 흑화 진행 상태가 비교적 양호함을 알 수 있다. 그리고 형광램프가 점멸동작 약 6,000시간 정도 경과한 후에 일발 점등 실패로 형광램프가 정상 동작되지 않음을 알 수 있었고, 이 때의 점멸횟수는 약 1억번 정도로 매우 양호한 특성을 나타내었다.

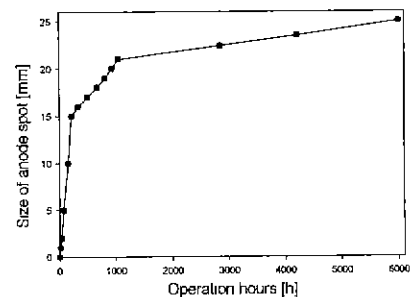


그림 9 점멸동작에 의한 흑화의 크기
Fig. 9. Growth of anode spot size according to operation duration.

5. 결 론

기존의 네온관보다 전력량의 소비를 30[%]이상 줄일 수 있고 미적 효과를 극대화할 수 있는 형광램프를 점멸 및 가변색 제어하기 위한 전자식 스타터와 제어장치를 연구한 결과, 다음과 같은 특성을 갖는 20[W] 및 40[W] 형광램프용 점멸 및 가변색 제어용 전자식 스타터와 제어장치를 개발하였다.

(1) 제어장치의 점등신호에 따라 시동 펄스 전압의 발생시점을 트랜지스터의 시퀀스적인 동작과 다이오드의 특성을 이용하여 예열전류의 피크점과 전원전압의 높은 전위에서 이루어지도록 함으로써 높은 시동 펄스전압이 발생되어 일발점등이 가능하도록 하는 점멸용 전자식 스타터를 개발하였다.

(2) 개발된 전자식 스타터는 빠른 재점화 시동전압을 발생시킴으로써 예열시간 100[ms]와 같은 짧은 예열전류 구간에서도 시동 및 점멸이 용이하였으며, 연속 점멸동작시(5[Hz] 스위칭 소자와 안정기의 과열 없이 3,000시간 이상의 램프 수명을 보장할 수 있었다.

(3) 저렴한 가격으로 마이크로컨트롤러에 의한 전자식 스타터의 제어회로를 구성하여 최대 128개의 형광램프가 제어가능하고, 또한 사용자 요구에 따라 10가지 이상의 점멸 패턴과 3개의 RGB 형광램프를 이용하여 7가지 광색을 표현할 수 있는 가변색 패턴 기능을 보유하는 점멸용 전자식 스타터의 제어장치를 개발하였다.

(4) 개발된 점멸용 전자식 스타터의 제어장치를 이용하여 형광램프를 점멸 동작시킴으로써 데온사인용, 디스플레이용, 특수한 목적으로 사용하는 비상등이나 점멸등용, 특수조명용(무대조명, 장치조명 등)에 사용할 수 있으며, 비교적 효율이 높은 형광램프를 더욱 더 많은 장소에 사용할 수 있을 것으로 예상된다.

본 연구는 UNITEF 및 전남대학교 RRC의 일부 지원에 의하여 수행되었음.

참 고 문 헌

- [1] W. Stratman ed, Neon Techniques, 4/e, ST Publications, Inc., 1997.
- [2] D. J. Martin, "Electronic Starter for Discharge Lamps", UK Patent GB 220307A, Aug. 1988.
- [3] I. S. Yeo, J. Y. Gwark, and Y. C. Jung, "Development of an electronic starter for fluorescent lamps with optimum filament preheating by FET switching", Conference Proceedings of the 3rd Lux Pacifica '97, Nagoya, Japan, 1997, pp.B120-B124.
- [4] M. Gyoten, K. Ito and N. Yoshikawa, "Development of an electronic starter for fluorescent lamps", J. of IES, Vol. 24, No. 2, Summer 1995, pp.86-90.
- [5] In-Seon Yeo, Dong-Ho Lee, Sang-Bin Song, "A Simple Electronic Start Capable of End-Of-Life Protection for Fluorescent Lamps", Proceedings of 14th Annual IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC99), Dallas, USA, March 14-18, 1999.
- [6] 여인선, 『예열점등회로를 응용한 일음극 형광램프용 데온사인 개발』에 대한 보고서, 내화산업기술지원단, 1999. 6.
- [7] 여인선, 『광고효과 기능을 수행하는 형광램프용 전자식 스타터 및 제어장치』에 대한 보고서, 대외산업기술지원단 제품화구현 실장검증지원 사업, 1999. 12.

◇ 저자소개 ◇

송 상 빈 (宋相彬)

1969년 10월 1일생. 1994년 전남대 공대 전기공학과 졸업. 1997년 전남대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 200년 전남대 대학원 전기공학과 박사과정 수료, 현재 (주)루멘텍 대표.

곽 재 영 (郭宰榮)

1963년 11월 12일생. 1989년 전남대 공대 전기공학과 졸업. 1991년 전남대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1996년 전남대 대학원 전기공학과 졸업(박사). 현재 전남대 공대 전기공학과 객원교수.

여 인 선 (呂寅善)

1957년 6월 11일생. 1979년 2월 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1981년 2월 서울대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1989년 8월 서울대 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 현재 전남대 공대 전기공학과 및 RRC교수. 전남대 광응용기술연구소 소장, 당학회 평의원