

형광등의 수명 연장을 위한 예열 방식의 비교 연구

Comparative Study of the Preheating Methods to Extend the Life of the Fluorescent Lamp

한 재 현^{*} 조 계 현^{**} 박 종 연^{***}
Han, Jae-Hyun Jo, Gye-Hyun Park, Chong-Yeun

Abstract

This paper proposed methods of filament preheating to extend a fluorescent lamp life. The ballast for the fluorescent lamp can be classified into two main groups: magnetic and electronics. The electronic ballast is lighter and smaller than the magnetic ballast and it can dim up and down. There are two ways to start the fluorescent lamp in the electronic ballast: rapid start and instant start. Also there are two methods of the driving inverter: self excited oscillation and force excited oscillation. The rapid starting is different from the instant starting in that the rapid start is preheating the filament before the steady state. If there is a preheating process before the lamp ignition, the life of the fluorescent lamp can be increased. This paper presented the preheating methods for self excited oscillating system and force excited oscillating system.

키워드 : 필라멘트 예열, 안정기
Keywords : filament preheating, ballast

1. 서론

형광 램프용 안정기에는 크게 자기식과 전자식으로 구분할 수 있다. 전자식 안정기는 부피와 무게, 광 효율이 우수할 뿐만 아니라 그리고 조광기능을 첨가할 수 있다는 장점으로 인해서 자기식 안정기에 비해서 사용처가 점점 증가하고 있는 추세이다. 일반적으로 전자식 안정기는 그림 1과 같이 상용전원을 DC 전압으로 바꾸어주는 정류부, 역율을 개선하는 역율 개선부, 정류된 DC 전압을 고주파 신호로 바꾸어주는 인버터 부, 램프 주변

에 배치함으로써, 형광램프에 정현파 신호를 공급하기 위한 LCC 부하부로 구성된다. 그리고 마지막으로 안정기를 이상 상태에서부터 보호하기 위한 보호회로와 제어부로 구성된다[1].

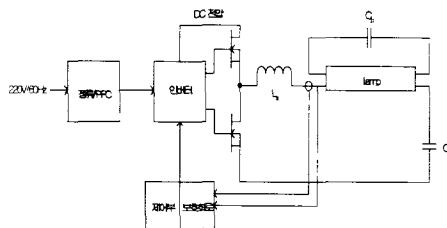


그림 1 전자식 안정기 구조

* 강원대학교 대학원 전기공학과 석사과정
** 강원대학교 대학원 전기공학과 박사과정
*** 강원대학교 전기공학과 교수, 공학박사

전자식 안정기는 역율 개선 방식과 구동방식에

따라 구분할 수 있다. 역을 개선 방식에 따른 구분은 R, L, C와 같은 수동소자만을 이용하여 역을 개선한 수동형 역을 개선 방법과 MC33262와 같은 PWM IC를 이용한 능동 역을 개선 방법으로 구분할 수 있다. 또한 구동방식에 따른 구분으로는 IR2153과, L6569A와 같은 전용 IC를 사용하여 안정기를 구동하는 타력식 구동과 링코어를 이용한 자력식 방법으로 구분된다[1][2][4][5].

본 논문은 자력식 구동 방법과 타력식 구동 방식에 따라서 서로 다른 형태로 필라멘트를 예열하는 방식을 제안하고 실험을 통해서 비교하였다.

2. 일반적인 형광램프의 점등

형광등의 일반적인 램프의 점등 방법은 크게 래피드(Rapid) 점등 방법과 인스턴트(Instant)점등 방법으로 구분할 수 있다. 인스턴트 점등 방법은 램프 필라멘트 예열없이 형광램프 양단에 높은 전압을 인가함으로써 램프를 점등하는 방법으로, 래피드 점등~방법에 비해서 램프 수명이 감소하는 특성을 갖는다. 그림 2는 래피드 점등 방식을 갖는 형광 램프 주변구조이다.

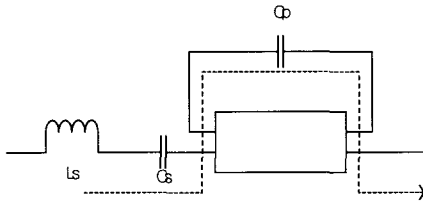


그림 2 래피드 점등 방식 구조도

그림 3에서 점등은 램프 점등 전에 형성되는 등가회로이다. 그림3에서와 같이 점등 전에는 형광램프 등가저항 값이 매우커서 L_s , C_s , 필라멘트 저항, C_p 의 경로로 전류가 흐르게 된다. 전류가 흐르면서 필라멘트 저항을 가열시키게 되고, 가열된 필라멘트로 인해서 램프가 무리없이 점등된다. 필라멘트를 예열하는 시간은 1초~2초정도가 적당하며 예열온도는 약 1000℃정도가 된 후에 램프가 점등될 때가 가장 적절하다. 물론 그림4에서와 같이 램프가 점등된 후에도 일정 전류가 필라멘트로 흘러서 필라멘트를 가열시키고 있으며, 필라멘트에 인가되는 전압은 2.5V~4.4V 정도가 요구된다[3].

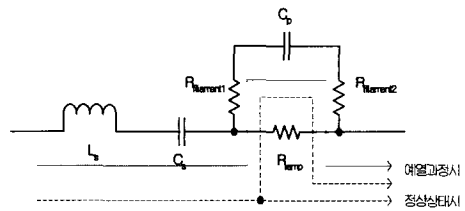


그림 3 예열과정과 정상 상태시 특성

3. 타력식과 자력식의 예열 방법

3.1 타력식 안정기의 예열 방법

그림 4는 전용 Driver IC로 구동되는 타력식 구동 전자식 안정기 구조이다. 타력식 안정기는 구동 IC를 사용하여 안정기를 동작시키는 방법이다. 구동 IC는 외부에서 구형파 구동 펄스를 입력하는 방법과 외부에 R, C를 연결하여 자체적으로 발진 주파수를 발생시키는 방법이 있다.

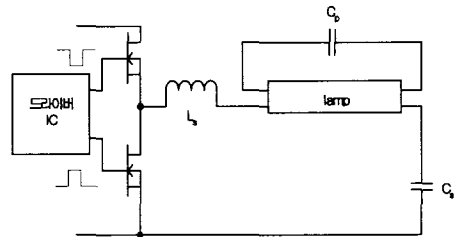


그림 4 타력식 구동방식

두 가지 방법 모두 안정기 동작 주파수를 쉽게 변경할 수 있다는 장점이 있다. 이러한 장점을 이용하여 램프 점등 전에 안정기 동작주파수를 가변함으로써 적절하게 형광램프 필라멘트를 가열할 수 있다. 그림 5는 타력식 안정기에서 사용되는 필라멘트 예열 방법이다.

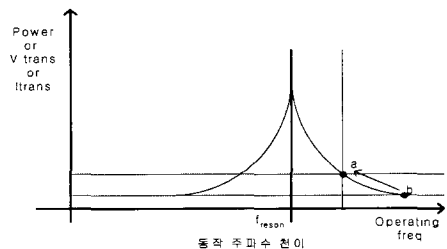


그림 5 타력식 안정기 필라멘트 예열 방법

그림 5에서와 같이 안정기 동작 초기에는 b점에서 동작시키다가 일정시간 시간이 경과한 후에는 a점으로 이동시키는 방법을 사용하면, 램프 점등 전에 형광등 필라멘트를 적절하게 예열시킬 수 있다. b점에서 동작하면, 램프에 공급되는 전압의 양이 적기 때문에 램프는 점등되지 않지만, 충분한 양의 예열전류는 공급할 수 있다. 그러므로, 일정 시간 시간동안 높은 주파수에서 동작시키다가, 동작주파수를 a점으로 변경하게 되면 충분한 필라멘트 이열을 함으로써, 형광램프에 무리가 없이 램프를 감동시키게 된다.

3.2 자려식 인버터의 예열 방법

그림 7은 링코어로 구동되는 자려식 구동방식을 갖는 전자식 안정기 회로도이다

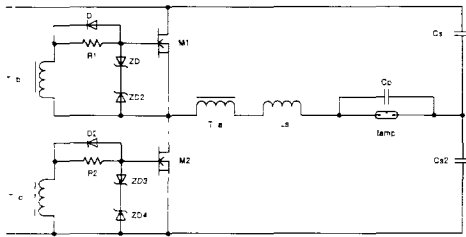


그림 6 자려식 구동 방식의 안정기 구조

자려식 구동은 포화특성을 갖는 링코어를 이용하여, 스위칭 소자를 동작시킨다. 그림 6에서와 같이 스위칭 소자인 FET gate에 링코어의 2차측에 연결하고의 LCC 부하단에 링코어 1차측이 위치하는 구조를 갖는다. 각각의 FET gate에 위치하는 링코어 2차측은 서로 권선 방향을 반대로하여 사용하게 된다. 서로 권선 방향이 반대가 됨에 따라, 링코어 1차측에 흐르는 전류로 인해서 링코어 2차측에는 서로 다른 방향의 전압이 생성되어, FET는 상보적으로 동작하게 된다.

자려식 안정기는 동작 주파수를 마음대로 결정할 수 없고 안정기 DC link 전압이 일정하다면 단일 동작 주파수로 동작한다. 그러므로 동작주파수 가변을 통한 형광램프 필라멘트 예열 방법을 적용할 수 없다. 그러므로, 동작 주파수 가변방법이 아닌 PTC 소자를 이용한 공진 주파수 이동 방법을 이용해야 한다. 그림 7은 자려식 안정기에서 필라멘트를 예열하기 위한 방법이다.

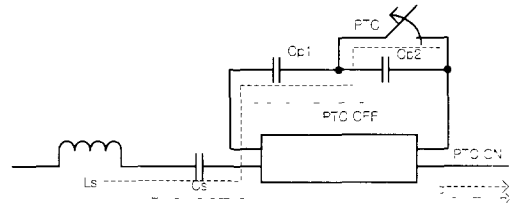


그림 7 자려식 안정기 필라멘트 예열 방법

PTC 동작 특성은 상온에서는 저항값이 작다가, PTC에 전류가 흘러서 내부 온도가 증가하게 되면, 저항값이 증가하는 특성을 갖는다. 그러므로, 램프 동작 전에는 PTC가 ON 상태가 되어, 전류는 Ls, Cs, Cp1, PTC, 형광 램프 필라멘트를 통해서 흐르게 된다. PTC가 온도가 상승하여 저항값이 증가하게 되면, 전류는 PTC가 아닌 Cp2를 통해서 흐르게 된다. PTC 상태에 따라 전류 경로가 바뀌게 되고, 초기에는 커패시턴스 Cp1값이 PTC가 OFF됨에 따라 발생하는 커패시턴스의 조합보다 크게 되어, 공진 주파수가 그림 8과 같이 변화하게 된다.

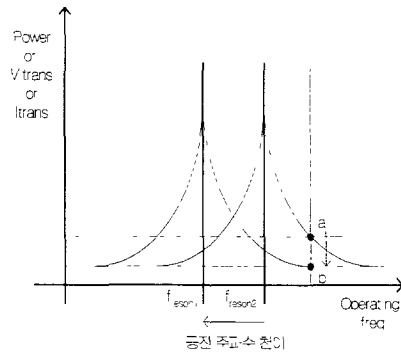


그림 8 자려식 안정기 공진 주파수 천이

자려식 구동방식의 안정기인 경우, 동작 주파수는 일정하기 때문에, 공진 주파수가 안정기 동작 초기에는 감소하게 되어 램프에 공급되는 전압은 그림 8에서와 같이 b점으로 감소하게 된다. b점으로 감소된 전압은 램프를 점등시키기에 부족하므로 PTC의 저항값이 증가하여 개방되기 전까지 형광램프 필라멘트를 예열하게 된다. PTC의 온도가 상승하면, 램프에 인가되는 전압이 a점으로 상승하게 되고 상승된 전압으로 인해서 형광램프는 점등하게 된다. 그림 9는 필라멘트 예열과정이 포함된 형광램프 점등 과정이다.

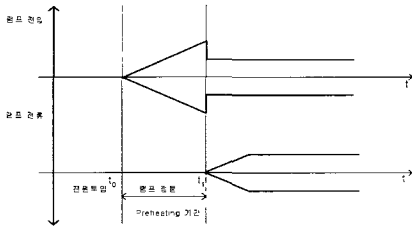


그림 9 형광 램프 점등 과정

그림 9에서와 같이, 점등 후 예열과정동안 형광 램프에 인가되는 전압은 일정시간동안 상승하게 되고, 램프 점등전까지는 형광램프 필라멘트를 예열하게 된다. 형광램프가 점등되면, 램프 전압은 감소하고, 램프 전류는 서서히 증가하여 정상상태를 유지하게 된다.

4. Pspice를 이용한 모의 실험

Pspice를 이용하였고 회로는 PTC를 이용하여, 필라멘트를 예열하는 방법을 시뮬레이션 하였다. 그림 10에서와 같이, PTC가 ON 상태일 때는 OFF 상태일 때보다 공전주파수가 감소하는 것을 알 수 있다.

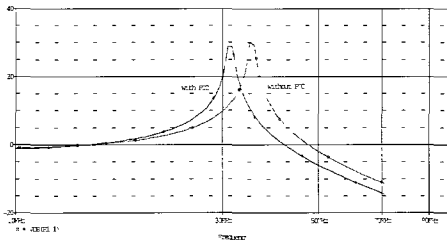


그림 10 PTC를 이용한 예열과정 모의실험

5. 실험 결과

그림 11은 타력식 구동방식 뿐만 아니라 자력식 구동 방식에서 필라멘트를 예열하지 않고 점등하였을 때, 시간경과에 따른 형광 램프 전압과 전류 파형이다.

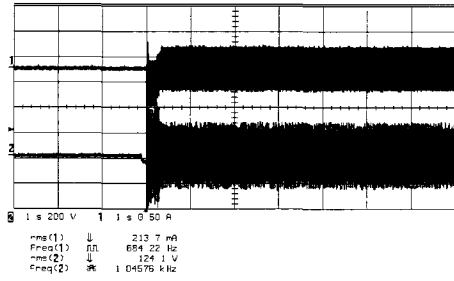


그림 11 형광 램프 예열과정이 없을 때 파형

필라멘트 예열 과정 없으면, 램프 점등 직후 램프 전압과 전류가 갑작스럽게 증가하게 되어, 형광램프 수명을 감소시키는 주된 원인이 된다. 그림 12는 PTC를 사용한 자력식 구동방식의 전자식 안정기가 가지는 점등특성이다.

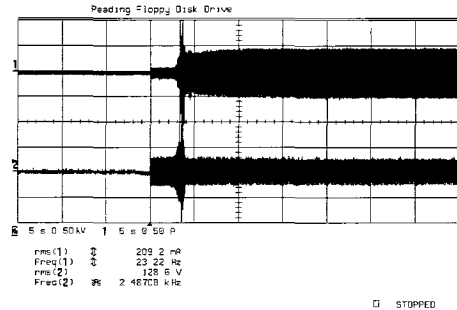


그림 12 PTC를 이용한 자력식 안정기 특성

램프 점등초기에 램프 전압은 서서히 상승하는 특성을 갖고, 상승하는 동안 형광 램프의 필라멘트는 예열과정을 거치게 된다 PTC의 저항값이 갑작스럽게 증가할 때 램프는 점등하게 된다. 램프가 점등되면, 램프 전류는 서서히 증가하여 정상상태로 이동하게 된다.

그림 13은 타력식 구동방식의 전자식 안정기가 가지는 램프 점등 특성이다.

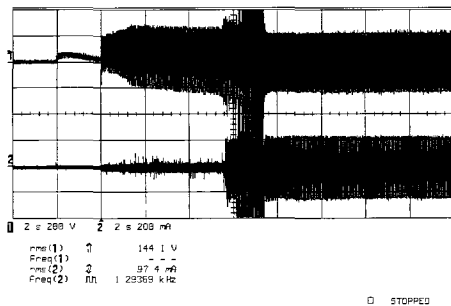


그림 13 주파수 전이를 통한 타력식 안정기특성

동작 주파수 가변 방법을 이용한 형광램프 필라멘트 예열방법에 있어서 형광램프에 인가되는 전압의 크기가 서서히 증가하는 특성을 갖고, 일정시간이 경과한 후에 램프가 점등되는 특성을 갖는다.

6. 결론

본 논문은 전자식 안정기의 동작형태에 따라서 형광램프 필라멘트를 예열하는 방법을 제시하였다.

동작 주파수를 가변 할 수 없는 자력식 안정기에서는 PTC를 사용하여, 공진 주파수를 이동시킴으로서 형광램프 필라멘트를 예열하는 방법을 사용하였고, 타력식 안정기에서는 동작주파수를 가변함으로써, 형광램프 필라멘트를 예열하였다

램프 점등 전에 필라멘트 예열과정을 거치면, 필라멘트에 있는 전자 방사 물질이 과도하게 방사되는 것을 막기 때문에, 예열과정이 없는 안정기에 비해서 흑화현상이 발생하는 비율이 줄어들어, 램프 수명을 증가시킬 수 있다.

타력식 인버터의 IC는 IC내부에서 자체적인 예열방법이 있지만 그렇지 못한 자력식 인버터 구동에서는 매우 복잡하고 많은 소자들이 필요한 추가적인 회로가 예열을 위해서 필요하다.

본 논문에서 사용된 PTC를 서미스터를 이용하게 되면 최소한의 회로를 이용하여 매우 경제적인 예열회로를 구성하여 램프의 수명을 연장 할 수 있다

감사의 글

본 연구는 강원대학교 BK21 사업단의 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] 박종연, 조계현, "전자식 형광등용 역률개선 회로의 특성 비교", 산업기술연구(강원대학교 산업기술 연구소 논문집), 제 18집, 1998.
- [2] Chin s Moo, Ying c. Chuang, and Ching R. Lee, "A New Power-Factor-Correction Circuit for Electronic Ballasts with Series-Load Resonant Inverter", Trans. IEEE, vol. 13, No 2 MARCH 1998.
- [3] National Lighting Product Information Program, "Specifler Reports",may 1994 Vol2. Num5. pp4-5.
- [4] Roge Gules,Ivo Barbi, Eurnedes Martins Simons, " A 12kW Electronic Ballast for Multiple Lamps with Dimming Capacity

and lHigh Power Factor", APEC 1999. Vol2 pp720-726.

- [5] Tai Fu Wu,Yuan Chyuan Lie,Yong Jing Wu, "High Efficiency Low Stree Electronic Dimming Ballast for Multiple Fluorescent lamps",IEEE trans on paper electronic V14 N1 ppl60-167.