

자기식 안정기와 전자식 스타터의 일체화에 따른 온도특성

(The Temperature Characteristics according to the unification of magnetic Ballast and Electronic Start)

김 선^o · 송상빈 · 곽재영 · 여인선

(Sun Kim^o · Sang-Bin Song · Jea-Young Gwang · In-Seon Yeo)

Abstract

This paper describes the temperature characteristics and influence produced from the unification of Magnetic Ballast and simple Electronic starter for fluorescent lamp. This is affected by the transmitted Temperature from a part of Ballast loss in half-wave rectifier electronic starter. The simulation and experiment show that characteristics of capacitor in electronic starter is changed by the high temperature(80°C) of magnetic ballast, and preheating time of lamp is reduced by it.

1. 서 론

최근 조명 기술의 발전과 응용은 다양한 램프 종류와 점등회로의 발전으로 이어져 오고 있다. 특히, 형광램프는 점등회로와 안정기에 따라 특성이 변하기 때문에, 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

형광 램프에 사용되는 안정기는 주로 자기식과 전자식 안정기로 구분할 수 있으며 전자식 안정기는 비교적 효율이 높고 여러 가지 장점을 가지고 있으나 초기 설치비용이 많이 드는 단점이 있다.

이에 따라 자기식 안정기도 아직까지 많은 장소에서 사용되고 있는데 자기식 안정기에 전자식 스타터를 사용하여 시동시에 깜박거림과 전력소비를 최소화 하고 있으며 안정기의 효과적인 설계로 효율도 상당히 높은 실정이다. 그러나 자기식 안정기는 전자식 스타터가 분리되어 있기 때문에, 설치가 불편하고 부피가 커지며 효율이 떨어지는 단점이 있어 자기식 안정기와 전자식 스타터를 일체화 해야할 필요가 있다[1][2].

이 논문에서는 이러한 기존의 자기식 안정기의 문제점을 해결하기 위한 방법으로서 자기식 안정기와 전자식 스타터가 일체화된 형광램프 점등회로를 설계 제작하였고, 그에 따른 온도 특성을 조사하고자 하였다. 또한, 일체화에 따른 전자식 스타터의 온도 상승으로 각 소자에 미치는 영향에 관해 PSpice Simulation과 다양한 실험을 통해 온도 특성을 연구하였다.

2. 본 론

이 연구에서의 형광램프 점등 시스템은 T12/40[W] 형광램프와 K사 자기식 안정기와 개발한 전자식 스타터의 결합으로 구성하였다.

- 형광 램프 - FL 40D 국내 K사 제품(40W)
- 자기식 안정기 - 국내 K사 제품(40W)
- 전자식 스타터 - 반파정류 전자식 스타터

2.1. 자기식 안정기와 전자식 스타터의 일체화에 따른 회로 구성

가. 자기식 안정기

40W 안정기를 기준으로 하여 샘플 1은 철재 함 내부와 스타터가 부착되는 면에 열차단재를 부착하여 안정기의 열을 차단하였고, 샘플 2와 샘플 3은 실리콘으로 안정기와 스타터를 일체화하여 전체부분을 몰딩하였다..

표 1 샘플 자기식 안정기의 저항과 인덕턴스
Table 1. Resistance and Inductance of Sample Magnetic ballasts

Ballast Measure Value	sample1	sample2	sample3
	Inductance	13.956mH	19.035mH
Resistance	3.996KΩ	5.392KΩ	4.176KΩ

나. 전자식 스타터

이 논문에서 사용된 전자식 스타터는 매우 간단한 수동소자를 사용하여 여러 가지 기능을 수행할 수 있는 스타터를 사용하였고, 이는 스타터의 면적이 최소화 되어 일체화가 쉽게 되는 특징을 갖는다. 이러한 스타터는 기존의 스타터회로의 정류회로, 스위칭회로, 스위칭 게이트 제어회로의 3부분으로 구성되어 있는데 반하여, 이 논문에서 사용되는 스타터는 기존의 스타터의 구성회로에 재점동 및 복귀점동·형광램프의 수명말기보호 회로를 추가하여 구성되어 있다.

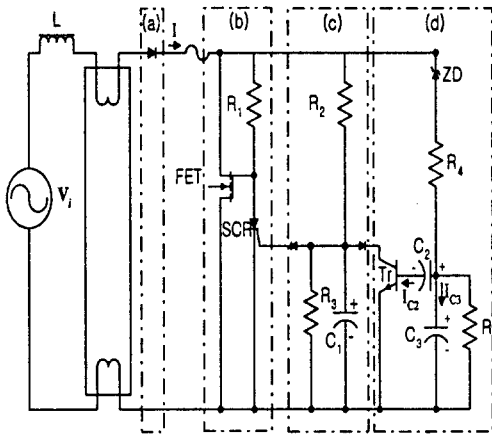


그림 1. 전자식 스타터 회로

Fig. 1. Electronic starter circuit

그림 1은 사용된 전자식 스타터의 회로도를 나타낸 것으로서, 정류부(a), 스위칭 회로부(b), 스위칭회로의 게이트제어 회로부(c), 재점동 및보호 회로부(d)로 되어 있다.

전자식 스타터의 정류회로는 전파정류와 반파정류회로를 사용하는데, 여기서는 형광램프의 필라멘트 예열 전류를 크게 할 수 있고 회로 소자의 수를 줄일 수 있는 반파 정류 회로를 사용하였다.

그리고 형광램프의 필라멘트 예열시간을 결정하는 시정수 회로를 R_0 과 C_1 로 구성하여 C_1 의 방전 전류에 의해 SCR이 도통되고, SCR의 도통에 의하여 스위칭 소자 FET를 OFF시켜 높은 펄스전압을 얻고자 하였다. 또한 재점동 및 보호회로는 캐패시터(C_2 , C_3)의 충방전 원리를 이용하여 시정수 캐패시터 C_1 의 충방전 전류를 제어함으로써, 일발 시동 펄스 발생 후 점등 실패 시에 계속적인 시동 펄스 전압을 인가하여 형광램프를 점등시킨다. 그리고 이러한 계속적인 재점동 펄스 전압의 발생에 따른 스위칭 소자의 파괴를 보호하기 위하여,

일정시간이 지난 후 캐패시터 C_2 에 완전한 완충전압을 형성되면 재점동 기능이 상실되고 보호 기능이 나타난다. 따라서 사용된 전자식 스타터는 이러한 캐패시터의 충방전 특성이 매우 중요한데, 이는 온도에 매우 민감한 특성을 나타낸다.

사용된 전자식 스타터는 반파정류를 통한 예열전류가 약 3~4[A] 정도로 높게 발생하는데, 이는 전자식 스타터와 자기식 안정기를 일체화할 경우에 전자식 스타터에 많은 열이 전달되어 스타터내의 회로소자의 특성을 변경시킨다. 그 중에서도 전자식 스타터내의 캐패시터와 스위칭 소자에 많은 영향을 끼치게 되므로, 시동시 예열시간과 재점동 및 보호 기능에 많은 변화를 가져올 것이다. 이러한 주위 온도 변화에 따른 특성변화를 PSpice 시뮬레이션을 통하여 알아보았다[3][4][5].

2.2. Simulation

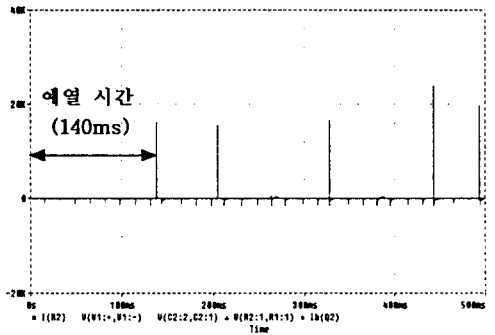


그림 2. 주위 온도(25°C)설정에서 시뮬레이션 파형

Fig. 2. Simulation waveforms of Lamp Voltage at the surrounded Temperature(25°C)

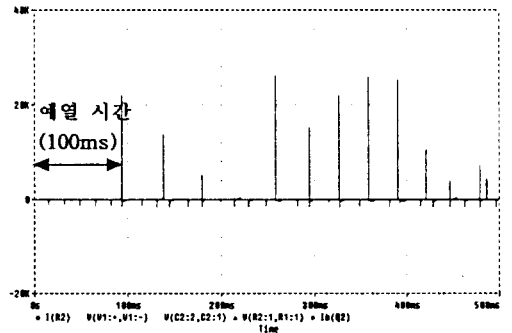


그림 3.주위 온도(80°C)설정에서 시뮬레이션 파형

Fig. 3. Simulation waveforms of Lamp Voltage at the surrounded Temperature(80°C)

위의 그림2, 3은 형광 램프의 일체화에 의한 점동회로를 PSpice 프로그램으로 시뮬레이션하여 구해진 결과를 나타내고 있다. 그림 2는 주위온도 25℃로 시뮬레이션 조건을 설정하여 시뮬레이션 한 결과를 나타낸 것이고, 그림 3은 주위온도를 80℃로 설정하여 시뮬레이션을 수행한 결과를 나타내고 있다.

그림 2는 시동펄스가 예열전류 발생 후 약 140ms 정도에서 발생됨을 알 수 있었고, 그림 3은 시동펄스가 예열전류 발생후 약 100ms정도에서 시작됨을 알 수 있다. 이러한 시뮬레이션의 결과로부터 일체화에 따른 전자식 스타터의 온도상승으로 예열시간이 단축됨을 알 수 있었다.[6]

또한, 재점동 특성에 대하여 그림 2와 3을 비교하여 보면, 그림2에서 보이는 바와 같이 재점동 펄스가 발생하는 폭이 비교적 안정적인 것에 비하여, 온도가 높은 경우의 시뮬레이션 결과인 그림 3은 재점동 펄스가 발생하는 폭이 매우 짧아져서 재점동을 위한 예열 전류가 적어지는 특성을 나타내고 있다. 그리고 여기서는 제시되지 않았지만, 보호회로 동작에 있어서도 온도가 상승함에 따라 보호회로가 동작되는 시간, 즉 캐패시터 C₂가 완충되는 시간이 짧아지게 되어 충분한 재점동 펄스가 발생되지 못하는 단점이 나타났다.

2.3. 실험 결과 및 고찰

자기식 안정기와 전자식 스타터를 일체화한 3개의 샘플을 사용하여 40W 형광램프를 점동시켰으며, 이에 대한 안정기와 스타터의 온도와 시동시 예열전류를 측정하였다.

가. 일체화에 따른 점동회로의 온도

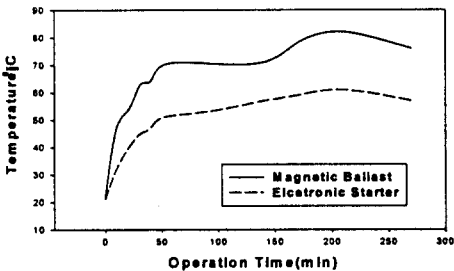


그림 4. 점동시간에 따른 일체화 자기식 안정기와 전자식 스타터의 온도 변화

Fig. 4. The Temperature Characteristics of the unified Magnetic Ballast and Electronic Starter

그림 4는 물딩 되어 있는 샘플 3의 점동시간에 따른 자기식 안정기의 표면 온도와 전자식 스타터의 표면 온도를 측정 결과이다. 위의 그림에서 보면, 자기식 안정기와 전자식 스타터의 온도가 시동 후 약 50분 정도는 급격히 계속 증가 하다가 그 후는 서서히 증가한다. 점동시간이 1시간 이상 지난 후, 안정기는 약 70 ~ 80℃의 온도를 나타내고 스타터는 약 50 ~ 60℃정도의 온도를 나타내었다.

이 결과로부터 자기식 안정기에서 발생하는 열 중에서 약 68.9%가 전자식 스타터에 직접적인 영향을 주었다. 또한, 열차단재를 한 샘플 1은 열차단재의 사용으로 안정기의 36%의 열이 스타터에 전달되었고, 샘플 2는 안정기의 손실이 65%정도로 샘플 3과 비슷한 결과를 나타내었다.

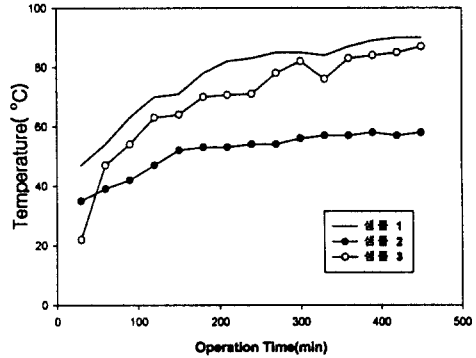


그림 5. 각 샘플에 대한 자기식 안정기의 온도 특성
Fig. 5. The Temperature Characteristics the unification of Magnetic ballasts

위의 그림 5는 3개의 샘플들에 의해 형광램프를 7시간 30분 동안 점동을 시켜서 점동시간 동안에 발생하는 안정기의 온도 변화를 나타낸 것이다. 샘플 2가 샘플 1, 3보다 안정기의 온도가 매우 낮게 나타났다. 이것은 안정기 샘플 2의 임피던스 값이 샘플 1과 3보다 높기 때문에 발생되고 열이 적게 나타난 것이다. 이것으로부터 최적의 안정기 설계에 의해 일체화에 따른 스타터의 온도 영향을 최소화시킬 수 있을 것으로 판단된다..

나. 일체화에 따른 형광램프의 시동특성

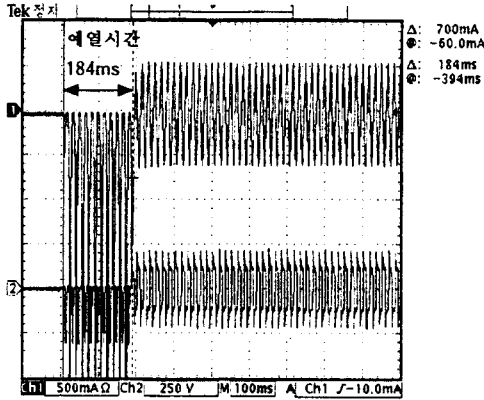


그림 6. 샘플 3에 대한 안정기 온도(23°C)에서 램프전압, 전류 파형

Fig. 6. Lamp Voltage and Current waveforms of ballast Temperature(23°C)for sample 3

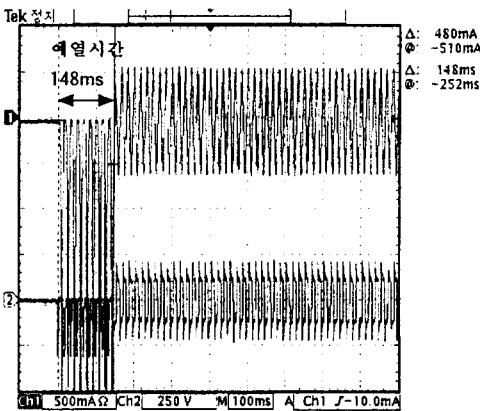


그림 7. 샘플 3에 대한 안정기 온도(80°C)에서 램프전압, 전류 파형

Fig. 7. Lamp Voltage and Current waveforms of ballast Temperature(80°C) for sample 3

위의 그림 6과 그림 7은 온도의 변화가 가장 많은 샘플 3으로 형광램프를 시동하였을 경우의 램프전압, 전류 파형과 그에 따른 예열 시간의 결과이다.

그림 6은 초기 시동시 나타나는 온도 23°C에서 형광

램프를 점등시켜 오실로스코프를 이용하여 램프 전압, 램프 전류를 측정 한 그림이다. 또한 예열시간이 184ms로 나타났다.

그림 7은 안정기 온도가 80°C일 때 측정 한 결과이다. 예열 시간이 148ms로 나타났다.

그림 4와 그림 5를 비교해 보면, 안정기의 온도가 25°C일때 보다 80°C일 때 예열시간이 36ms정도 단축됨을 알 수 있었고, 이는 앞에서 나타난 시뮬레이션 결과와 유사함을 알 수 있었다. 램프의 전압, 전류의 크기는 온도 변화에 대해 민감하게 반응하지 않았으며, 스타터의 회로소자의 소손이나 불완전 동작은 나타나지 않았다. 그러나 재점등시 커패시터의 영향으로 불안정한 동작을 보였다.

3. 결론

기존의 40W 자기식 안정기에 전자식 스타터를 일체화시킨 점등회로를 이용하여 실험과 Simulation을 통해 온도가 올라가면 예열시간이 단축된다는 것을 알 수 있었다. 특히 보호회로나 재점등회로의 온도가 올라갈수록 회로내의 커패시터에 영향을 주어 불완전 점등이 됨을 알 수 있었다.

사용된 시뮬레이션과 스타터 회로의 온도 변화에 따라 실제 제작된 일체화 점등회로의 온도 및 예열전류를 실험한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Simulation과 실제 실험에서 예열 시간이 40ms 차이가 나는데, 그 원인은 시뮬레이션에 사용된 소자들이 이상적으로 설정이기 때문이라고 생각한다.

2. 자기식 안정기에 전자식 스타터를 부착함으로써 컴팩트화된 형광램프의 점등회로를 구성할 수 있었다.

3. 반파 정류회로를 이용함으로써 기존의 전자식 스타터보다 더 예열 시간을 빠르게 할 수 있었고, 전자식 스타터 온도(50°C~70°C)정도에서는 각 소자들의 열적 충격을 주지는 않았지만 형광램프의 예열시간이 단축됨을 알 수 있었다.

4. 점등회로의 일체화에 따른 전자식 스타터의 열 발생으로 재점등시 불안정한 동작이 나타나는 경우가 있음을 알 수 있었다.

앞으로 자기식 안정기와 전자식 스타터의 일체화를 위하여, 자기식 안정기의 경우 최소 열 발생을 나타내는 리액턴스와 저항 비에 대한 연구가 진행되어야 하고, 스타터의 경우 온도 변화에 민감하지 않는 최적의 회로

소자 값을 선정해야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 이상국, 김용수, “최신 방전등 안정기의 기술현황”, 산업연구원, vol.1, , p.24~p.34, 1996, 1.
- [2] 지철근, “조명공학”, 문흥당. p.15-51.
- [3] 이동호, 송상빈, 여인선, “반파정류를 이용한 형광램 프용 전자식 스타터의 개발,” 1998년도 하계 학술대회 논문집, 대한전기학회, p.2088-2090, 1998.
- [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] In-Seon Yeo, Dong-Ho Lee, and Sang-Bin Song, “A Simple Electronic Starter Capable of End-Of-Life Protection for Fluorescent Lamp,” Apec'99, 1999.
- [6] 이동호, 곽재영, 여인선, 정영춘, “PSpice 시뮬레이션을 이용한 전자식 스타터의 설계”, 1997년도 추계 학술 발표회 논문집, 한국조명·설비학회, p.11-13, 1997.