

PSpice를 이용한 형광램프용 전자식안정기 보호회로 설계

(A Design of Electronic Ballasts for Fluorescent Lamps using the PSpice)

남택주, 이진우

(Taek-Joo Nam, Chin-Woo Yi)

국립기술표준원, 호서대학교 전기정보통신공학부

요 약

본 논문에서는 수동소자와 능동소자를 이용한 형광램프용 전자식 안정기의 보호회로를 PSpice 시뮬레이션을 사용하여 설계 제작하여 32W 형광램프용 전자식 안정기에 적용하였다.

1. 서 론

조명은 현대에서 사람이 생활을 영위하는 환경으로 그 중요성이 더하여 지고 있다. 쾌적한 조명 환경은 삶에 활력을 주고 생산성을 높이며, 건강에 유익하다.

우리나라의 조명기구 중에는 형광등의 비중이 높아 2000년의 경우 전체 조명기구 대수의 약 70%를 차지하고 있다. 통계자료에 의하면 1994년도에 형광등기구 보급대수는 약 1억 대, 2000년도에는 약 1억 1천만 대를 사용하고 있는 것으로 나타났다. 이 중 전자식 안정기의 비율은 1994년에 약 20%이던 것이 2000년에는 약 80%로 급속히 높아졌다. 이는 고효율 조명기구의 보급장려 정책에 힘입은 T8 32[W] 절전형 형광램프 사용이 증가한 결과에서 나온 것이다. T8 32[W] 형광램프는 특성상 전자식 안정기가 적합하기 때문이다. 이상과 같은 조명환경의 변화에 따라 전자식 안정기의 사용비율이 점차 증가하는 추세에 있다.

그러나 전자식 안정기는 자기식 안정기에 비하여 많은 반도체 소자를 사용하여 신뢰성이 떨어진 다. 보통의 전자식 안정기는 정격 입력전압과 정상적인 램프 부하의 조건에서는 양호하게 동작하나 입력전압과 램프가 이상상태가 되면 대부분 고장이 나게 된다. 특히 국내의 형광등 소비자들은 램프교체의 방법으로 램프가 수명이 다할 때까지 사용한 후 교체하는 개별교체 방법을 주로 사용하므

로 램프 수명 말기에 전자식 안정기의 고장 발생이 빈번하다.

전자식 안정기의 고장에 대한 정확한 통계는 없으나, 이상 상태에 의한 고장을 전체 사용량의 5%, 안정기 가격을 개당 15,000원으로 가정하면 손실액은 연간 6백 6십억 원에 달한다. 이러한 직접적 금전 손실 외에 조명의 고장에 의한 사고 및 생산성 감소는 그 파급효과가 금전으로 환산하기 어려울 정도이다. 또한 고장난 전자식 안정기를 교체하기 위한 유지관리 비용이 막대하며, 특히 생산업체는 애프터 서비스를 제공하는데 대단한 비용을 지출하고 있는 실정이다.

그러므로 본 연구에서는 전자식 안정기에서 이러한 손실을 줄일 수 있는 이상상태 보호회로를 개발하고자 한다. 망막에 빛이 투사되면 광학적 반응을 일으키며, 이것이 전기적 충격을 발생시켜 신경이 흥분되고 신경섬유를 거쳐서 뇌로 전달되어 시각이 발생한다. 눈에서 빛으로 느껴지는 전자파는 380~760 nm의 파장범위이며, 파장 555 nm에서 최대감도를 갖는다.

방사에너지에 의한 밝음의 느낌은 파장과 개인에 따라서 다르지만, 많은 사람들에게 각 파장의 분광방사가 같은 밝음을 느끼게 하는데 필요한 에너지의 역수로 그 정도를 표시하고, 이것을 시감도라 한다. 즉, 비등한 방사속에 대한 방사가 눈에 느끼게 하는 밝음의 비율을 말한다.

파장 555 nm의 방사는 최대시감도로서 680

lm/W이다. 이에 대한 다른 파장의 비를 비시감도 (relative luminous efficiency)라 하며, 최대시감도를 1로 하고 다른 파장에 대한 비시감도를 곡선으로 표시한 것을 비시감도곡선이라 한다. 이러한 이유로 555nm의 부근에서 단일 파장을 갖는 광원이 검사용으로 가장 효과적이다. 또한 이러한 조건을 만족시키는 램프로는 저압나트륨(Low Pressure Sodium) 램프가 있다. 이 램프는 효율이 가장 높은 램프이며, 안개나 공해로 인한 스모그 속에서도 빛을 잘 투과하기 때문에 터널이나 도로, 다리 등의 조명용으로 많이 쓰고 있다. 붉은빛 계열의 빛이 푸른빛 계열의 빛 보다 멀리까지 전파되지만, 붉은빛은 눈에 피로를 줄 수 있으므로 그 다음으로 산란이 잘 안 되는 노란색의 빛을 선택하여 나트륨램프를 이용한다.

2. 본 론

2.1. PSpice 시뮬레이션

형광램프의 이상상태 보호회로를 설계하고, 회로 정수의 결정을 위하여 PSPICE 프로그램을 사용하였다.

수동소자를 사용한 과전류 보호회로에 대한 연구 결과를 그림 1에 회로도를 나타내었으며, 그림 2에 저항 R4 값에 따라 과전류 보호회로용 Thyristor 스위치가 동작하는 파형으로부터 최적의 저항값을 선정하였다. 그림 3에는 이상상태시 Thyristor 스위치 동작파형을 그림 4에는 정상상태에서 Thyristor 스위치가 동작하지 않는 파형을 각각 나타내었다.

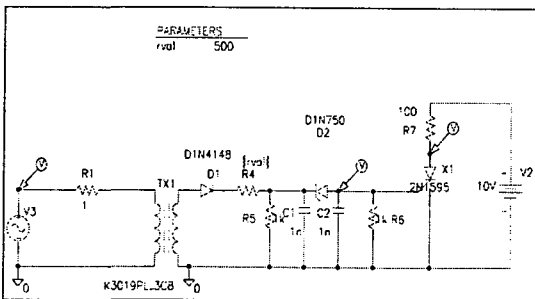


그림 1. 수동소자를 사용한 과전류 보호회로도

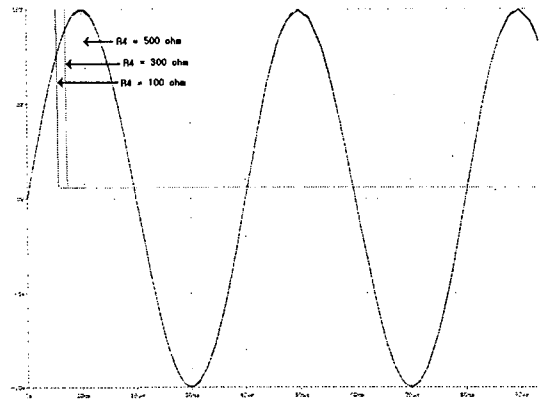


그림 2. R4 값에 따른 과전류 보호회로 동작파형

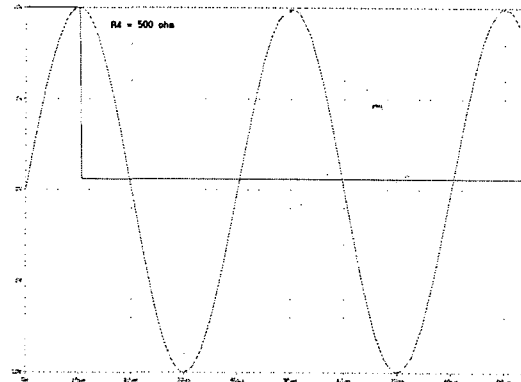


그림 3. R4=500 Ω일때의 보호회로 동작파형

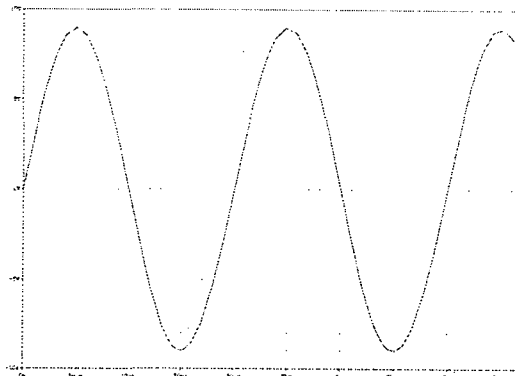


그림 4. R4=500 Ω일때의 정상상태 동작파형

IC를 사용한 과전류 보호회로에 대한 회로도를 그림 5에 나타내었으며, 그림 6에 저항 R4 값에 따라 OP AMP의 출력으로부터 과전류 보호회로용 Thyristor 스위치가 동작하는 파형을 시뮬레이션하여 최적의 저항값을 선정하였다. 그림 7에는 이상상태시 Thyristor 스위치 동작파형을 그림 8에는 정상상태에서 Thyristor 스위치가 동작하지 않는 파형을 각각 나타내었다.

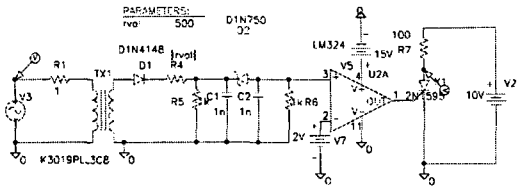


그림 5. IC를 사용한 과전류 보호회로도

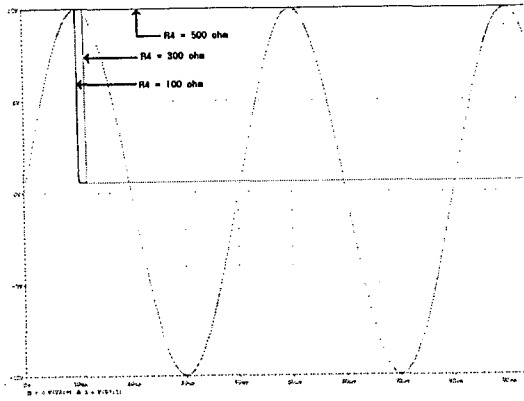


그림 6. R4 값에 따른 과전류 보호회로 동작파형

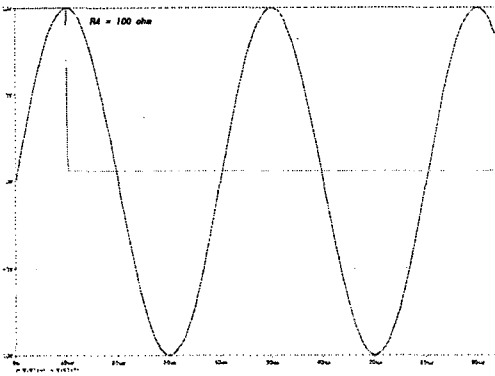


그림 7. R4=100 Ω일때의 보호회로 동작파형

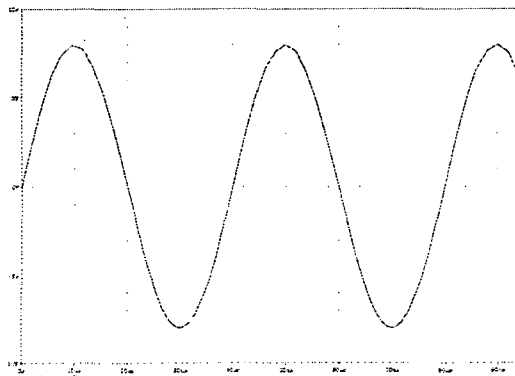


그림 8. R4=100 Ω일때의 정상상태 동작파형

수동소자를 사용한 과전압 보호회로에 대한 연구 결과를 그림 9에 회로도를 나타내었으며, 그림 10에 저항 R4 값에 따라 과전압 보호회로용 Thyristor 스위치가 동작하는 파형으로부터 최적의 저항값을 선정하였다. 그림 11에는 이상상태시 Thyristor 스위치 동작파형을 그림 12에는 정상상태에서 Thyristor 스위치가 동작하지 않는 파형을 각각 나타내었다.

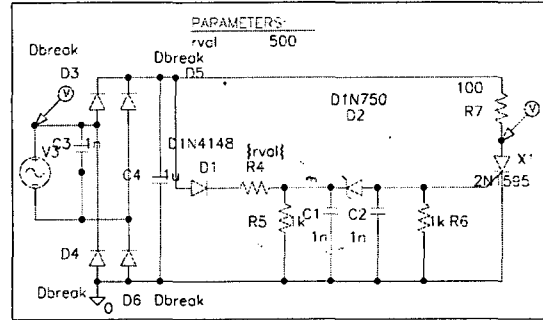


그림 9. 수동소자를 사용한 과전압 보호회로도

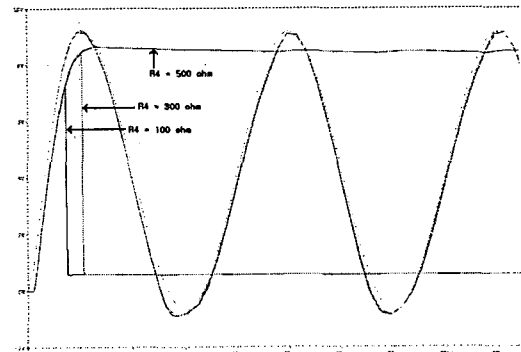


그림 10. R4에 따른 과전압 보호회로 동작파형

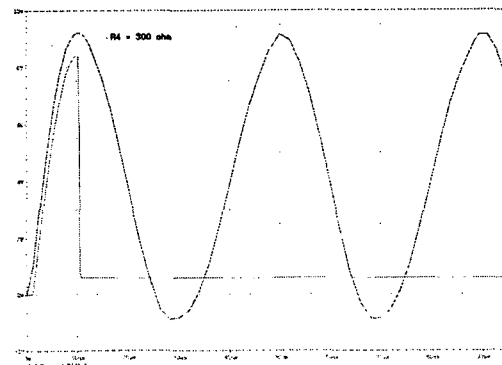


그림 11. R4=300 Ω일때의 보호회로 동작파형

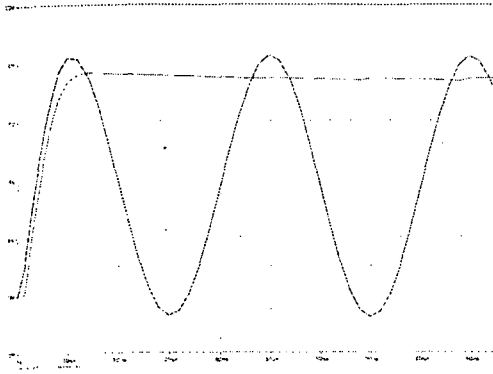


그림 12. R4=300 Ω일때의 정상상태 동작파형

IC를 사용한 과전압 보호회로에 대한 회로도를 그림 13에 나타내었으며, 그림 14에 저항 R4 값에 따라 OP AMP의 출력으로부터 과전압 보호회로용 Thyristor 스위치가 동작하는 파형을 시뮬레이션하여 최적의 저항값을 선정하였다. 그림 15에는 이상상태시 Thyristor 스위치 동작파형을 그림 16에는 정상상태에서 Thyristor 스위치가 동작하지 않는 파형을 각각 나타내었다.

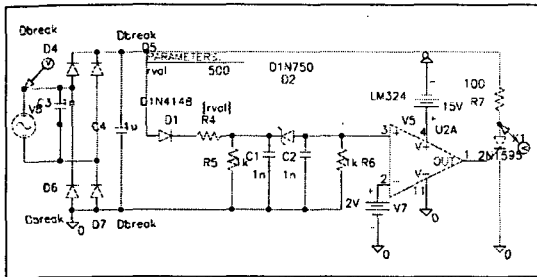


그림 13. IC를 사용한 과전압 보호회로도

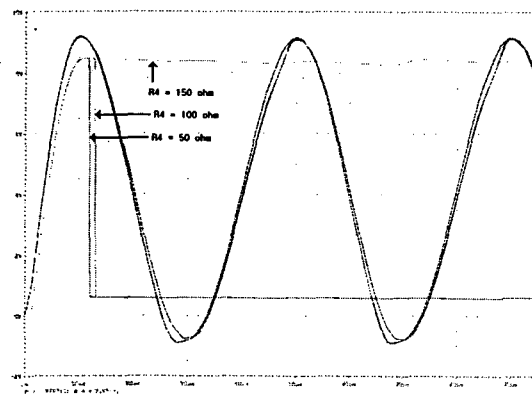


그림 14. R4에 따른 과전압 보호회로 동작파형

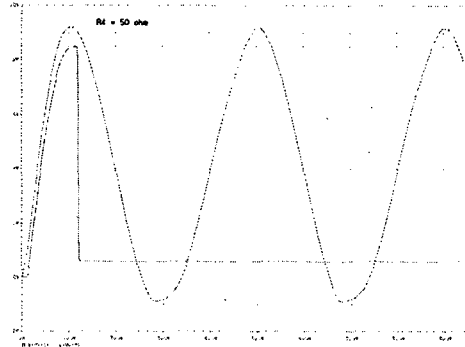


그림 15. R4=50 Ω일때의 보호회로 동작파형

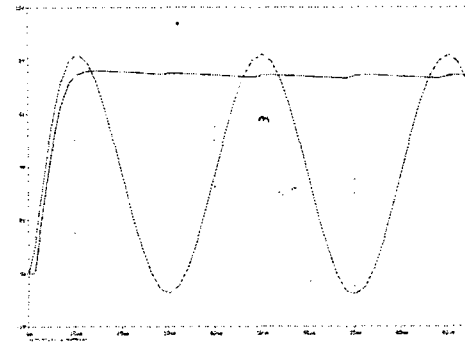


그림 16. R4=50 Ω일때의 정상상태 동작파형

2.2. 전자식 안정기에 적용

개발된 과전류 보호회로를 형광램프 32W 2등용 전자식 안정기에 적용하여 제품을 제작하였다.

제작한 전자식 안정기의 회로도는 그림 17에 나타내었다. 그림 17의 실선 내부가 과전류 보호회로로부터이다. 그림 18, 19에 정상상태와 이상상태시 R4/ZD1 양단전압의 실측파형을 나타내었다. 제작한 형광램프용 전자식 안정기의 내부 사진을 그림 20에 나타내었다.

3. 결론

본 연구에서는 32W 형광램프용 전자식 안정기에 적용 가능한 이상전류, 이상전압 보호회로를 개발하였으며, 개발된 회로를 제품에 적용하여 생산하였다.

본 연구에서 개발된 기술은 전자식 안정기의 취약점인 신뢰성을 높일 수 있으며, 현재 많은 개발을 하고 있는 HID램프용 전자식 안정기에 적용할 수 있는 기초 기술을 제공할 것이다.

연구결과 얻어진 조명기구 사용환경과 램프의 이상상태를 조사한 자료는 저압방전램프용 전자식

안정기의 기본 설계시에도 유용하게 사용될 것으로 기대된다.

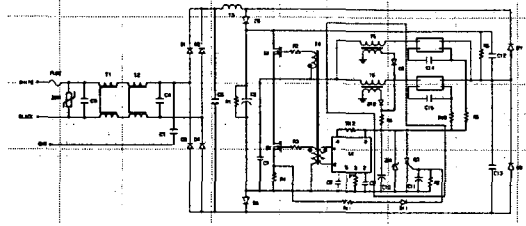


그림 17. 형광램프 32W 2등급 전자식 안정기 회로도

신뢰성 향상을 통한 사고의 감소, 생산성 향상과 더불어 유지보수관리비용의 절감이 기대된다. 또한 국내 내수시장 및 시장개방에 따른 외국업체와의 경쟁력 강화와 더불어 수출에도 상당히 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

활용방안으로는 기존의 전자식 안정기에 적용하여 안정기의 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 그리고 다른 방전등용 안정기에도 기술의 원용이 가능하며, 다른 유사한 보호회로가 필요한 경우에도 사용할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

1. Abraham I. Pressman, "Switching Power Supply Design", McGraw-Hill, 1992
2. 김희준, "스위치모드 파워서플라이", 성인당, 1993

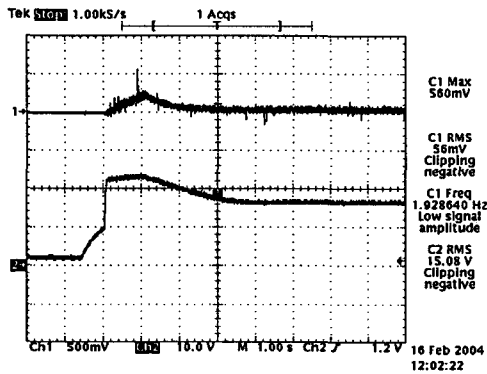


그림 18. 정상상태의 R4/ZD1 양단전압 파형

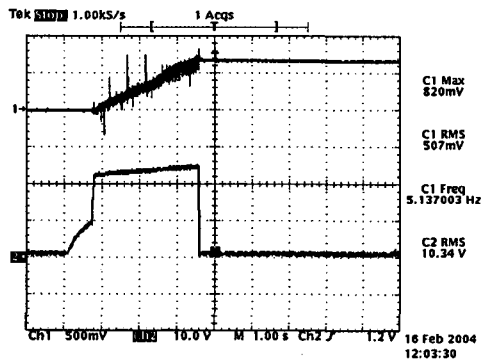


그림 19. 이상상태의 R4/ZD1 양단전압 파형

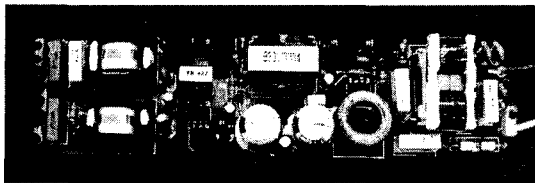


그림 20. 형광램프 32W 2등급 전자식 안정기

또한 연구개발의 결과는 국내에서만 연간 6백 6십억 원의 자원절감 효과가 기대되며, 조명기구의