

전자식 형광등의 직류구동과 AM 변조시 빛의 주파수 특성에 관한 연구

이승준, 김성일*, 이명섭**
대전 대학교, 대전 대학교*, 충남 대학교**

Research about frequency characteristic of light altered at DC drive of electronics fluorescent light and AM variation

Soung-Jun Lee, Seung-il kim*, and Myeong-Seob Lee**
Daejeon Univ, Daejeon Univ*, Chungnam Univ.**

Abstract

본 논문에서는 전자식 형광등의 직류구동과 AM 변조시 빛의 주파수 특성에 관하여 다루고 있다. 전자식 형광등을 구동하는 안정기 회로는 상용전원을 직류로 정류시켜 고주파로 변환하여 형광등을 구동시킨다. 형광등의 구동에 사용되는 안정기 회로의 내부 평활 컨덴서의 유·무와 각각 공급되는 전원을 상용전원인 경우, 상용전원을 정류한 경우, 상용전원을 정류하고 정현파를 AM 변조한 경우에 대해서 측정하였으며, 변조하여 입력되어진 정현파가 빛을 통해서 송신되는 것을 확인할 수가 있었다.

Key Words : 안정기, 전자식 안정기, AM 변조

1. 서 론

현대에 대해 미국의 미래학자 앨빈 토플러는 1980년에 그의 저서인 "제3의 물결"에서 정보화혁명이라고 하고 제3의 물결로 표현하였으며, 제 1-2의 물결을 농업혁명과 산업혁명으로 나열하였다. 과거 농업혁명은 수천 년에 걸쳐 진행되었지만 산업혁명은 300년밖에 걸리지 않았다. 그 만큼 사회의 발전이 급속히 변화하는 가운데, 제3의 물결이라 표현한 정보화혁명은 20 ~ 30년 내에 이루어 질것이라 예측하였다. 농경사회에서는 식량, 산업사회에서는 재화의 가치가 우선이었으나, 현재의 정보화 사회에서는 정보의 가치가 우선이 되었으며, 그 만큼 정보를 얻기위한 활동이 활발히 이루어지고 있다. 따라서, 정보의 바다라고 할수 있는 인터넷과 정보를 지닌 정보제공자 혹은 정보매체 등 과의 자료의 공유 및 습득을 위한 통신관련사업이 급속히 발달하고 있다.

통신은 크게 유선통신과 무선통신으로 나눌수 있으며, 전송매체에 따라 페어케이블(pair cable), 동축케이블, 광케이블, 전력선반송, 적외선(IR), 전파등으로 분류할 수 있다.

전력선반송은 데이터와 음성정보를 다룰 수 있으며, 데이터의 전송속도는 100 ~ 1200bps, 음성은 230kHz부터 6ch 대역 40kHz의 전송 가능 주파수로, 전력선을 이용하므로 전송로의 초기 투자가 필요 없다는 장점과 배전선 잠음으로 인한 고속데이터 전송이 불가하다는 단점을 지니고 있다.

본 연구는 음성과 데이터의 정보를 다룰 수 있는 전력선반송과 적외선의 빛을 이용한 광통신 분야의 응용으로서 주변에서 쉽게 접할수 있는 조명기기인 형광등을 전송매체로 이용한다. 아날로그 음성신호를 전력선반송과 형광등의 빛에 실어 전송하며, 이때 음성신호를 포함한 형광등의 광송출된 빛을 검출하고 검출되어진 빛의 주파수 특성에 관하여 알아보 고자 한다.

2. 전자식 안정기의 구조 및 동작원리

안정기의 종류는 자기식 안정기(Magnetic Ballast)와 전자식 안정기(Electronic Ballast)안정기가 있다.

전자식 안정기는 반도체 소자를 사용하여 AC 60Hz의 상용전원을 정류하여 인버터 회로에서 20 ~ 60kHz의 높은 고주파로 변환하여 출력전류 제한 회로를 통해 안정하게 형광등을 점등시킨다. 고주파 점등으로 발광효율이 약 15% 정도 향상되며, 반도체 소자를 사용하므로 초크코일에서의 자체 발열로 인한 손실을 25% 정도 줄일 있어 자기식 안정기에 비해 35% 이상 절전효과를 얻을 수 있다.

전자식 안정기의 동작은 그림 1와 같으며, 상용교류전원을 직류전원으로 정류시켜 램프(형광등)를 구동시킨다.

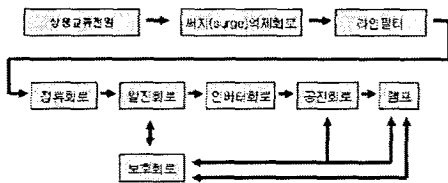


그림 1. 전자식 안정기

전자식 안정기를 구성하는 그림1의 써지억제회로는 자연에 의해 발생하는 써지전압(낙뢰)과 외부전원에 의해 인가되는 써지전압으로부터 회로를 보호하며, 라인필터는 EMI(전자파 장애)의 발생을 억제하여 타 전자기에 미치는 영향을 최소화하고 있다. 정류회로는 상용교류전원을 직류전원으로 변환시키며, 발진회로는 상용교류전원을 고주파변환 신호전압으로 만들어준다. 공진회로는 인버터회로에서 발생된 고주파전압(고주파)을 필터를 통하여 정현파로 변환시켜주며, 보호회로는 램프의 수명 말기시 램프의 과도한 전류를 감지하여 안정기가 파손되지 않도록 보호하는 역할을 하고 있다.

3. 실험 방법

3.1 평활 콘덴서 유지상태의 특성

(1) 상용전원구동에서의 주파수 스펙트럼

시판되고 있는 일반적인 형광등용 전자식안정기는 상용전원을 정류하고 고주파로 변환하여 형광등에

전원을 인가한다. 이때의 전자식안정기를 사용하는 형광등을 상용전원으로 구동하고, 주파수 스펙트럼을 분석하였다.

(2) 직류구동시 주파수 스펙트럼

전자식안정기에 인가되는 상용전원을 정류 및 평활 회로를 통과시켜 직류전원으로 변환하여 안정기에 인가하였을 때의 주파수 스펙트럼을 분석하였다.

(3) 변조시 주파수 스펙트럼

상용전원을 정류 및 평활회로와 변조기를 이용하여 음성신호를 AM변조시킨후 안정기에 인가하고, 그때의 주파수 스펙트럼을 분석하였다.

3.2 평활 콘덴서 제거상태의 특성

실험방법 3.1의 평활 콘덴서 유지 상태의 특성 실험과 마찬가지로 상용전원구동, 직류구동, 변조시 주파수 스펙트럼을 분석하였다.

4. 결과 및 검토

4.1 평활 콘덴서 유지상태의 특성

(1) 상용전원구동에서의 주파수 스펙트럼

그림 2은 상용전원이 공급되는 전자식 형광등 빛에 대한 스펙트럼으로 디지털오실로스코프를 사용하여 0 ~ 20 KHz까지 측정하였다. 스펙트럼의 전체적인 패턴은 상용전원 주파수(60 Hz)에 의한 형광등 빛의 주파수인 120 Hz의 파형을 나타내고 있으며, 상대적으로 0 ~ 200 Hz 영역에서 스펙트럼의 강도가 크게 나타남을 볼 수 있었다. 따라서, 저주파영역에 대한 상세분석을 위하여 저주파 영역(0 ~ 500 Hz)에 대한 스펙트럼을 확대하여 그림 3에 나타내었다. 그림 3에 나타난 주요 피크를 살펴보면, 상용전원에 의한 빛의 주파수인 120 Hz 피크와 빛을 수광하는 소자의 특성에 의하여 나타나는 240 Hz 피크가 강하게 나타나고 있는 것을 볼 수 있다. 여기서 360 Hz의 피크는 상용전원의 체배 주파수 또는 형광등 방전주파수인 120 Hz의 체배주파수로 여겨지며, 280 Hz와 400 Hz는 안정기 내의 스위칭~ 주파수인 40 KHz의 영향으로 판단된다.

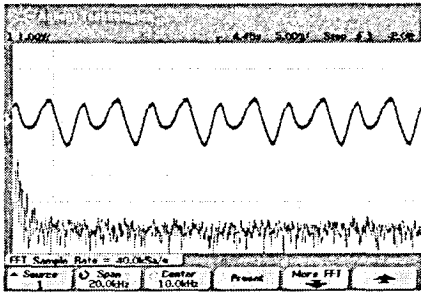


그림 2. 상용전원구동시의 파형 및 스펙트럼(span : 20 KHz)

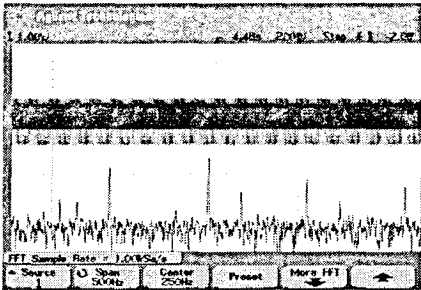


그림 3. 상용전원구동시의 파형 및 스펙트럼(span : 500 Hz)

(2) 직류구동시 주파수 스펙트럼

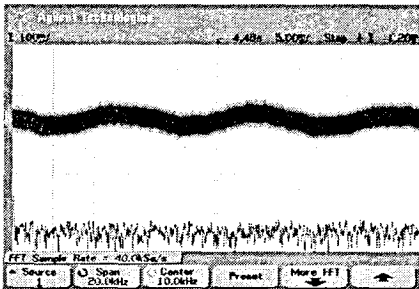


그림 4. 직류구동시의 파형 및 스펙트럼(span : 20 KHz)

그림 4와 5는 정류되어진 상용전원이 공급되는 전자식 형광등 빛에 대한 스펙트럼이다. 그림 4는 0 ~ 20 KHz의 범위를 측정하는 것이며 저주파영역에서 스펙트럼의 강도가 크게 나타남을 볼 수 있다. 그림

5는 그림 4의 저주파영역의 상세분석을 위하여 0 ~ 200 Hz의 범위를 측정하는 것이다. 여기서, 60 Hz의 피크는 커패시터의 용량부족으로 인해 상용전원(60 Hz)의 피크가 발생된 것으로 판단된다.

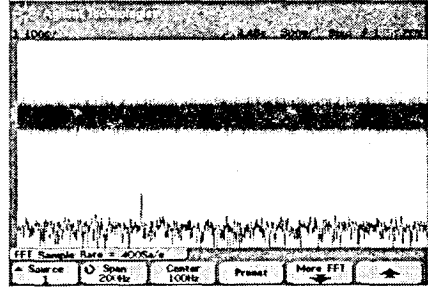


그림 5. 직류구동시의 파형 및 스펙트럼(span : 20 KHz)

(3) 변조시 주파수 스펙트럼

그림 6과 7은 1 KHz의 정현파가 변조되고 정류되어진 상용전원이 공급되는 전자식 형광등 빛에 대한 스펙트럼이다. 그림 6은 0 ~ 100 KHz의 범위를 측정하는 것이며 저주파영역에서 스펙트럼의 강도가 크게 나타남을 볼 수 있다. 그림 7은 그림 6의 저주파영역의 상세분석을 위하여 0 ~ 2 KHz의 범위를 측정하는 것이다. 60 Hz와 1 KHz의 파형이 나타나는 것을 볼 수 있다. 여기서, 60 Hz의 피크는 상용전원에 의한 리플이라 판단되며, 1 KHz의 변조시킨 정현파가 나타남을 알 수 있었다.

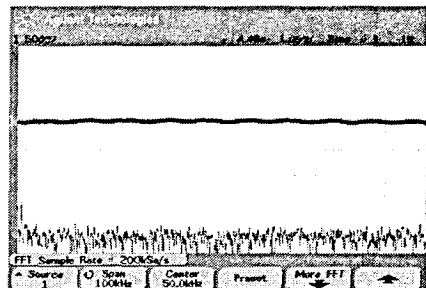


그림 6. 1KHz 정현파를 변조한 파형 및 스펙트럼(span : 100 KHz)

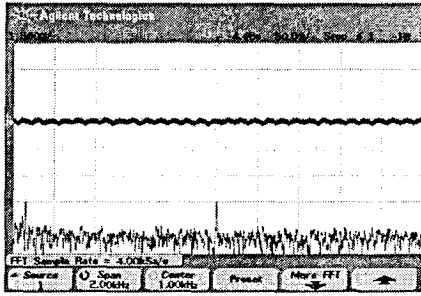


그림 7. 1KHz 정현파를 변조한 파형 및 스펙트럼(span : 2 KHz)

4.2 평활 콘덴서 제거상태의 특성

(1) 상용전원구동에서의 주파수 스펙트럼

그림 8은 안정기의 평활 콘덴서를 제거한후 상용전원으로 구동하여 0 ~ 20 KHz까지 측정한 스펙트럼이다.

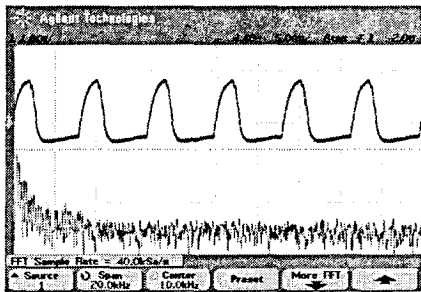


그림 8. 상용전원구동시 파형 및 스펙트럼 (span : 20 KHz)

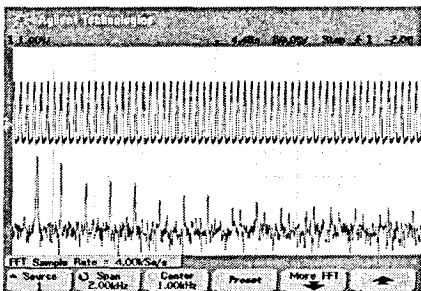


그림 9. 상용전원구동시 파형 및 스펙트럼 (span : 20 KHz)

그림 9는 그림 8의 저주파영역에 대한 상세분석을

위하여 0 ~ 2 KHz까지 확대하여 나타내었다. 많은 피크들이 발견되었으며, 안정기 내부의 평활 콘덴서의 제거 때문이라 판단된다.

(2) 직류구동시 주파수 스펙트럼

그림 10과 11은 안정기 내의 평활 콘덴서를 제거한 후 상용전원을 정류하여 공급하였을 때 0 ~ 200 Hz와 0 ~ 5 KHz 를 측정한 스펙트럼으로, 60 Hz의 피크 발견되었으며, 이는 커패시터의 용량부족으로 상용전원의 피크가 발생된것으로 판단된다.

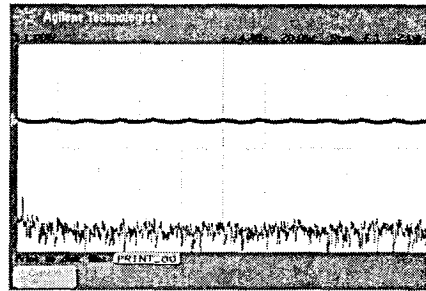


그림 10. 직류구동시 파형 및 스펙트럼 (span : 5 KHz)

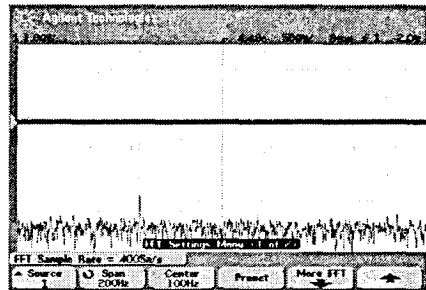


그림 11. 직류구동시 파형 및 스펙트럼 (span : 5 KHz)

(3) 변조시 주파수 스펙트럼

그림 12와 13은 안정기의 평활 콘덴서를 제거한 후 1 KHz의 정현파가 변조되고 정류된 상용전원이 공급되는 전자식 형광등의 스펙트럼이며, 그림 12는 0 ~ 50 KHz 범위를 측정한 것으로, 저주파영역의 스펙트럼 강도가 크게 나타나며, 그림 13은 상세분석을 위해 0 ~ 2 KHz의 범위를 측정한 것이다. 60 Hz와 1 KHz의 파형이 나타나는 것을 볼 수 있다. 여기서, 60 Hz의 피크는 상용전원에 의한 리플이라

판단되며, 1 KHz의 변조시킨 정현파가 나타남을 알 수 있었다,

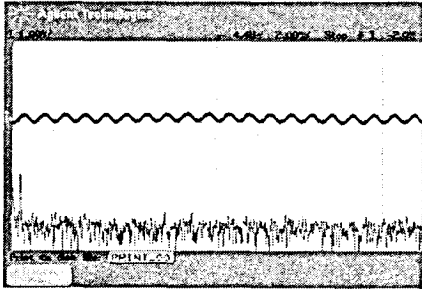


그림 12. 1KHz 정현파를 변조한 파형 및 스펙트럼(span : 50 KHz)

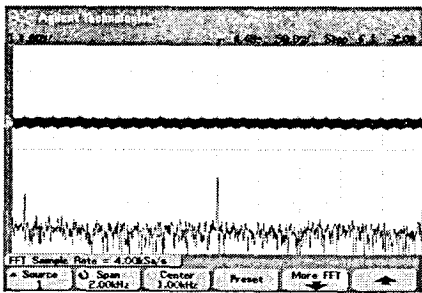


그림 13. 1KHz 정현파를 변조한 파형 및 스펙트럼(span : 50 KHz)

5. 결 론

이상과 같이 전자식안정기에 의한 형광등을 직류로 구동하여 발광되는 빛에 실린 주파수 스펙트럼을 살펴본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 내부의 평활콘덴서를 유지한 상태
 - 상용전원구동시, 60 Hz, 120 Hz, 240 Hz, 280 Hz, 360 Hz, 400 Hz, 480 Hz의 피크가 검출되었다.
 - 직류로 구동한 결과 구동시 발생하는 리플전압에 의한 60 Hz의 스펙트럼만 나타났다.
 - 직류로 구동하고 1 KHz 정현파를 변조한 결과 변조가 잘되었다.
2. 내부의 평활콘덴서를 제거한 상태
 - 상용전원구동시 리플전압이 크게 나타났을 뿐만 아니라 많은 피크의 스펙트럼이 나타났다.

- 직류로 구동한 결과 내부의 평활콘덴서를 유지한 상태와 같이 60 Hz의 피크만 검출되었다.

- 직류로 구동하고 1 KHz 정현파를 변조한 결과 내부의 평활콘덴서를 유지한 상태보다 더 큰 진폭으로 변조가 잘 이루어 졌다.

참고 문헌

- [1]. 정 타관 저, “전기응용”, 청문각, 1997.
- [2]. 이 영훈 저, “마이크로전자회로 및 설계”, 생능출판사, 1995.
- [3]. 진 연강 저, “아날로그와 디지털통신”, 청문각, 1998.
- [4]. EL Korea (<http://www.elk21.net/product2.html>)