

형광등용 전자식 안정기의 EMI 대책

강철* , 어익수* , 여인선**
 호남대* , 전남대**

Measurement of EMI on Fluorescent Electronic Ballast and Counter Analysis

Kang Chul* , Ik-Soo Eo* , In-Sun Yeo**
 Honam University* , Chonnam University**

Abstract - Requirements for high-efficiency equipment for energy saving are rapidly increasing recently keeping pace with development of digital and semiconductor technology. Accordingly, there are many changes and development in ballast. Ballast currently in use are Magnetic ballast (Coiled Type) and Electronic ballast. Electronic ballast produces incredible energy saving effect, but falls short of confidence instead. In addition, use at higher frequency through switching device creates Electromagnetic Interference (EMI) and high frequency. EMI creates low quality of equipment, damage in facilities and low productivity by leading miss operation of equipment, and interferes with surrounding machines. In this analysis I am going to examine characteristics of EMI on the Electronic ballast of FLR32SS one type pursuant to annex 3 of Electric Goods Technology Standard, and counter technology.

1. 서 론

최근 조명기기에서는 소형 경량화 및 고효율에 초점이 모아지고 있으며 이로 인한 전자식 반도체소자의 사용이 급증하고 있다. 이에 따라 조명기기의 안정기 부문에도 전자파 문제가 대두되고 있으며 이에 대한 대책이 절실히 요구되고 있다. 국내의 안정기에 대한 전자파 측정용해야 되는 범위는 잡음단자전압 주파수는 150[kHz]~30[MHz]이고 잡음전계강도 주파수 범위는 30[MHz]~1[GHz]로 규제하고 있다. 현재 사용되고 있는 안정기는 자기식 안정기(권선형 안정기)와 전자식 안정기로 전자식 안정기는 자기식 안정기에 비해 엄청난 에너지 절약 효과를 가져오지만 신뢰성이 떨어진다. 또한 스위칭 디바이스를 이용하여 주파수를 높여 사용하므로 이에 따른 전자파장해 및 고조파가 발생하는 문제가 발생한다. 전자파장해는 기기의 오동작을 유발하여 기기의 품질저하 및 설비손상, 생산효율저하 등의 문제를 발생시키며, 주위의 다른 기기에 장해를 주고되고 있다. 이에 대한 대책으로 본 논문에서는 FLR32SS 1등용 전자식안정기의 전자파 (잡음 전계강도 및 잡음 단자전압)를 측정하여 전기용품기술기준 부속서 3에 규정한 EMI(Elector Magnetic Interference)측정과 대책 기술에 대하여 연구 하고자 한다.

2. 본 론

2.1 각국의 EMI / EMC 시험항목

고감도, 고집적회로의 증가로 인한 세계 각국의 전자파 장해는 매년 급증하고 있으며 이에 따라 각국에서는 전자파장해를 해결하기 위한 국제규격인 CISPR (Committee International Special on Perturbations Radioelectriques), 미국의 FCC(Federal Communication Commission), 독일의 VDE(VDE: Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V), 일본의 VCCI(Voluntary Control Council for Interference by Information Technology Equipment), 유럽의 EN(European Norm) 등의 규격을 제정운영하고 있다. 국내의 전자파장해 규정은 EC에서 제정한, 세계의 기준이되고 있는 CISPR을 준용하고 있다. 전도성 방사에 대한 규정은 Class-A와 Class-B로 구분되며 Class-A는 일반 산업용과 일반 사무용이고 Class-B는 주거환경에서 사용되는 일반 상용기기로 사용된다.

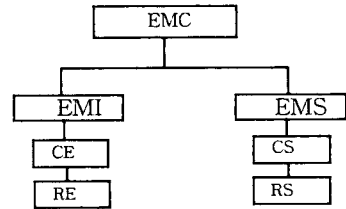


그림 1. EMI/EMS 시험 방법 분류

또한 세계 각국에서 전자파 장해에 대한 시험 항목은 그림 1. 과 같이 전원선 또는 안테나를 통하여 외부로 방출되는 전도성 잡음을 측정하는 시험인 전도성 방사(CE: Conducted Emission)시험, 전원선, 케이블 및 안테나를 통하여 전도성 잡음이 인가될 때 피시험체가 정상으로 동작되는지를 시험하는 전도성방사 민감도(CS: Conducted Susceptibility), 피시험체로부터 방사되는 전계, 자계의 강도를 측정하는 시험인 복사성 방사(RE: Radiated Emissions)시험, 피시험체에 전계, 자계가 인가될 때 피 시험체가 정상 동작되는지를 확인하는 복사성 방사 민감도(RS: Radiated Susceptibility)의 4가지 시험으로 분류된다.

2.1.1 실험 및 고찰

형광등을 비롯한 모든 조명기기는 점등시 전자노이즈를 발생시킨다. 그 중 전자식 안정기에서의 전자노이즈는 간단한 방법으로 제거가 곤란 함으로 별도의 필터회로를

사용하여 감소 시키고 있다. 필터는 커먼모드 노이즈(비대칭성분)와 노멀모드 노이즈(대칭성분)의 저감을 목적으로 전원선이나 신호선에 발생한 전도 노이즈 저감을 위하여 사용되는 경우가 많고, 전원에너지나 신호를 통과시켜 이것보다 고주파영역의 노이즈를 감쇄시키는 로우패스필터가 사용된다. 필터에는 전도노이즈용과 방사노이즈용 필터로 분류되며 전도 노이즈용 필터는 30MHz 이하에 사용되고 방사노이즈용 필터는 30MHz이상 높은 주파수에서 사용된다.

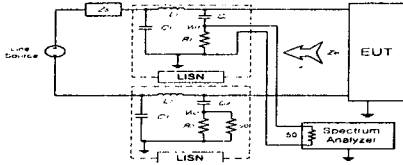


그림 2. 잡음장치 구성도

주로 전도성 방사에서 문제가 되는 주파수 범위는 150(kHz)~30(MHz)내에서 규제되고 있다. 실험은 FLR32SS 1등용 전자식안정기로 00사 제품을 샘플링하여 실험하였으며 그 동안의 측정대상 이었던 FL30, FL36, FL40등 3개의 제품들도 동일한 문제가 있었음을 언급한다. 측정에 사용된 장비는 광주·전남지방 중소기업청 EMI System으로, The Electro Mechanics 사의 50Ω, 10kHz~100MHz인 LISN, 200MHz~2GHz인 대수주기 안테나, 30MHz~300MHz인 바이코니칼 안테나, Hewlett Packard사의 9kHz~1GHz인 Quasi Peak Adapter, 100Hz~2.5GHz, 2GHz~22GHz인 Spectrum Analyzer, 10Hz~2GHz인 RF Presclector를 사용하였고, 측정방법은 그림 2. 와 같다. 실험방법은 피 시험체와 전원선 사이에 LISN(Line Impedance Stabilization Network)을 넣고 입력 전원선에서 바라본 형광등용 안정기의 임피던스를 규격화하여 이 임피던스의 전압을 측정한다. 잡음전압은 데시벨(dB μV)로 표시하며 주로 50Ω의 임피던스를 통일시켜 정량화하고 있다. 측정에서 입력전원에서 전력을 공급받으면서 측정하기 때문에 입력 전원측으로부터 측정에 포함되어서는 안되는 잡음이 침입하게 되면 올바른 측정이 될 수 없다. 따라서 입력 전원측으로부터 침입하는 잡음을 제거하고 스위칭 전원장치로부터 발생하는 잡음만을 계측 할 수 있어야 한다. 그림 3.~그림 4.는 실험장치를 보여준다

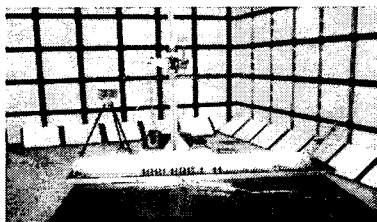


그림 3. 실험 장치 I

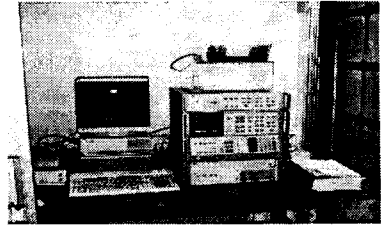


그림 4. 실험 장치 II

2.2 실험결과 및 고찰

표 1.은 전기용품기술기준 부속서 3의 전자식 안정기의 잡음단자전압의 한계치이고 표 2. 는 잡음전계강도의 한계치이다.

표 1. 잡음단자전압의 한계치

구분	주파수범위 (MHz)	한계치(dB μV)	
		준첨두치	평균치 ⁽¹⁾⁽²⁾
Class-A (업무용)	0.15~0.5	79	66
	0.5~30	73	60
Class-B(가정용)	0.15~0.5	66~56	56~46 ⁽¹⁾⁽²⁾
	0.5~5	56	46
	5~30	60	50

주1) 준첨두치로 측정된 값이 평균치의 한계치 이내 이면 평균치의 한계치의 한계치에 만족하는 것으로 본다

주2) 주파수의 대수적 증가에 따라 직선적으로 감소한다.

표 2. 잡음전계강도의 한계치

주파수범위 (MHz)	준첨두치 한계치(dB μV)(10m)	
	Class-A	Class-B
30 ~ 230	40	30
230 ~ 1000	47	37

주) 주위잡음의 정도가 높거나 기타 사유로 인하여 10m에서 잡음 전계강도 측정이 불가능 한 경우에는 3m거리에서 측정해도 된다.

위에 각 대역에 한계치를 기준으로 시험했을 때 FLR32SS1등용 안정기의 시험결과가 그림 5.~그림 6. 과 같다.

그림 5. 잡음단자전압의 측정값

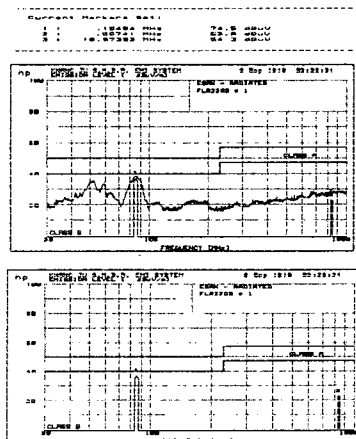
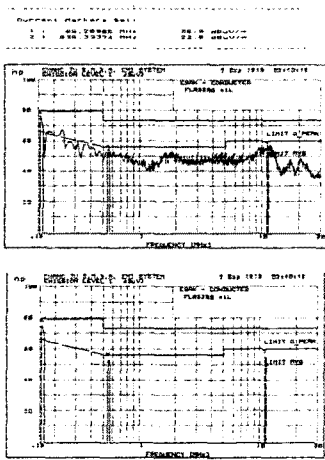


그림 6. 잡음전계강도의 측정값



1) 25kHz ~ 100kHz 대책

노이즈의 원인은 전원의 트랜스리시스에 따라 노멀모드 노이즈의 감쇠가 적어짐에 따라 내부 임피던스도 저하되어 스위치 투입시 돌입전류가 크게 된다. 이에 대한 대책으로서 전원회로에 노이즈필터를 접속하여 전원의 정류회로를 초크입력형으로 하고 돌입전류방지용 보호저항을 전원회로에 직렬로 접속함으로써 커패시터입력형에 비하여 배부 임피던스를 높이고 스위치 투입시 돌입전류를 억제함으로써 대책을 세운다.

2) 10kHz ~ 150kHz 대책

이 주파수대역에서는 스위칭의 기본파가 포함되어 있는 경우가 많다. 그로 인해 잡음이 발생하는 것이다. 여기서는 대칭성분(노멀모드)를 저감시키는 쪽이 쉬운 경우가 많다. 필터는 L과C의 조합이다. 대칭성분을 감쇄시키려면 인덕터는 단일초크를 사용하고 캐패시터는 선간에 삽입한다. 인덕터는 부하전류에 영향을 받고, 초크 코일에 사용되는 자성체의 영향을 받는다. 잡음방지를 자기손실이 클수록 유리하다. 그래서 동일한 LC값을 얻기 위하여 인덕터의 부족분을 캐패시터를 증가시켜 보충하게 된다. 캐패시터는 선간에 삽입하여 사용하기 때문에 전류가 누설될 염려가 없다. 따라서 가능한 대용량 필터를 사용하는 것이 유리하다.

3) 150kHz ~ 10MHz 대책

이 대역에서는 비대칭성분(코멀모드)를 생각해야 한다. 하나의 자성체에 복수 권선을 입혀 구성한 초크로, 노멀모드 성분에는 효과가 없고, 코멀모드 성분에만 감쇠효과를 얻을 수 있는 특징이 있다. 이 초크에 사용하는 자성체는 전원전류의 영향을 받는 일 없이 대상으로 삼은 잡음 성분에만 영향을 준다. 페라이트자성체라 불리는 산화물 자성체가 널리 사용되고 있다. 페라이트는 투자율이 높고 그 주파수 특성은 높은 대역까지 뻗어 있어, 코멀모드 초크의 자성체로서는 최적이다. 캐패시터가 일선과 어스사이에 삽입되어 있으므로 전류가 누설하는 원인이 된다. 이 누설전류 크기에는 제한이 있다. 일반적인 1mA이하의 제한을 지키기 위해서는 3300pF ~

6800pF 정도의 용량으로 해야 한다. 캐패시터의 용량의 부족분은 LC값을 유지하기 위해 인덕터를 크게 보충하므로써 이 대역의 잡음을 줄일 수 있다.

4) 10MHz 이상

이 대역에서는 잡음의 전파 모양이 변화한다. 즉 잡음 대책을 전선만을 고려하면 실패하게 된다. 도체의 전파에서 공간의 전파로 변화하기 때문이다. 대책으로는 페라이트 전원선을 관통 혹은 2 ~ 3회 감으면 개선이 가능하다.

3. 결 론

측정을 통해서 150[kHz]~30[MHz]범위의 주파수에서 전자파 문제가 많이 발생하며 그 대책은 다음과 같다.

1. 완전한 등전위 접지를 필요로 한다. 접지가 완전하지 못하면 노이즈가 발생한다.
2. Twist pair 케이블 사용 및 단거리 배선을 원칙으로 한다.
3. 측정, 진단 및 대책을 적절히 활용한다.
4. 필터를 설치한다.

그러나 완전한 필터를 설계하기 위해서는 라인필터가 설치되는 입출력의 임피던스를 계산해야 하는데 주파수에 따라 변하는 복소임피던스 측정이 매우 어려움으로 이것이 핵심이라 하겠다. 또한 효과적인 대책으로 EMC의 측정, EMC의 대응기술과 모의실험을 통한 잡음필터의 설계가 필요하다. 자기식에 비해 전자식 안정기는 가격이 비싸기 때문에 일반 소비자들에게 큰 호응을 얻기까지는 전자식안정기의 가장 큰 취약점인 전자파장해를 최소화 하고 내구성 및 전기적 성능을 완전하게 보완하는 것이 문제점을 극복하게 되는 것이 앞으로의 중요한 과제일 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 김양모, "컴퓨터 및 정보통신기기의 전자방해(EMI) 대책 기술" 조명·전기설비 학회지, 4호, 제 13권, pp. 3-14, 1999. 12.
- [2] 이동훈, "국제관련기구 안전기준과의 비교분석" 전기안전학회지.
- [3] MARK S. REA, FIES, "Lighting Hand book" IES, Reference & Application, 2000. 03.
- [4] CISPR 인터넷 자료.
- [5] FCC 인터넷 자료.
- [6] 전기용품 기술 기준 부속서 III 전20 제4장 디지털기술 응용기기.