

## 형광등용 전자식 안정기의 EMI 필터 개발

박 종 연, 방 선 배, 조 계 현  
강원대학교 전기, 전자공학부  
전화 : 033-250-6292 / 핸드폰 : 019-289-5018

### The EMI Filter Development of the Electronic Ballast for the Fluorescent Lamp

Chong Yeun Park, Sun Bae Bang, Gye Hyun Cho  
Dept. of Electrical & Electronic Eng , Gangwon University  
E-mail : gyehyun@shinbiro.com

#### Abstract

The EMI filter used in switching apparatus is designed on the basis of personal designer experience. A try and error approach leads to a considerable waste of time without assurance to come out to a good solution. The difficulty in the right choice of the component values resides on the dominant role played by their parasitic components at high frequencies and is aggravated by the poor knowledge of the internal impedance of the noise generators. In this paper, we proposed the design technique for the EMI filter effectively using the LISN and the EMI analyzer in the industrial field.

의 전자파 장애 문제를 유발시킬 수 있으므로 그에 따른 EMI 필터가 요구되고 있으며 각국에는 이에 대한 규격을 제정하고 있기 때문에 안정기 제작시 규격에 맞는 필터의 설계가 필수적이다.<sup>[1][2]</sup>

본 논문에서는 EMI Noise에 대한 경로 해석과 필터 소자의 선택 방법 및 특성을 제시하여 EMI와 EMI 필터를 쉽게 이해할 수 있도록 하였으며, 기존의 형광등용 전자식 안정기의 EMI Noise를 분석하고 개선된 EMI 필터 제작에 따른 절차를 설명함으로써 형광등용 전자식 안정기의 EMI 필터 설계자들에게 많은 도움이 되도록 하였다.<sup>[3][5]</sup> 또한, 국제적으로 중요시되고 있는 저주파 Noise 제거를 위하여 기존의 페라이트 Core와 저주파 특성이 우수한 철심 Core를 함께 사용하여 감쇄 특성을 확인하고자 한다.

#### I. 서론

형광등용 전자식 안정기는 기존의 자기식 안정기보다 에너지 절감과 제어의 편리성 등 많은 장점을 포함하고 있으므로 시장 점유율이 매년 증가되고 있으며, 앞으로는 더욱 증가될 것으로 판단된다.<sup>[1]</sup> 그러나 형광등용 전자식 안정기는 FET와 같은 스위칭 소자의 스위칭으로 인한 많은 EMI(Electromagnetic Interference) Noise와 THD(Total Harmonics Distortion)를 포함하게 된다. 이러한 Noise와 THD는 통신기기나 제어기기

#### II. 본론

##### 2.1 조명기기에 사용되는 전압 방사 기준

국내에서는 형광등용 전자식 안정기의 전자파 기준으로 KSC 8100과 정보통신부에서 2000년 10월에 제정한 전자파 장애 방지 기준 제9조가 있다.<sup>[8][9]</sup> 본 논문에서 적용한 규격은 KSC 8100이며 KSC 8100에 의한 기준은 표 1과 같다.

표1. 조명기기의 전자파 방해기준

주파수 범위	허용기준(dB $\mu$ V)	
	준첨두치	평균치
9kHz - 50kHz	110	-
50kHz - 150kHz	90-80	-
150kHz - 0.5MHz	66-56	56-46
0.5MHz - 2.51MHz	56	46
2.51MHz - 3.0MHz	73	63
3.0MHz - 5.0MHz	56	46
5.0MHz - 30MHz	60	50

## 2.2 EMI Noise 구분과 발생원인

EMI Noise 란 JIS C 0160에 제시되어 있고, 전자방해에 의해 야기되는 장치, 전송채널 또는 시스템의 성능저하를 말한다. 처음에는 무선 주파수 장애(RFI: Radio Frequency Interference)라 불리었으나, 60년대부터는 전자파 민감성(EMS: Electro-Magnetic Compatibility)이란 용어가 사용되어 왔다. 이러한 전자파장애의 구분은 그림 2와 같다.

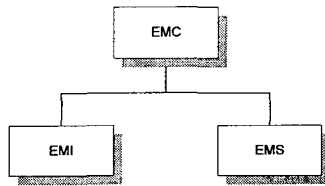


그림2. EMC의 구분

전자식 안정기에서 발생하는 Noise는 수동, 능동소자에서 발생하는 열 또는 결합 Noise와 능동소자에서 발생하는 스위칭 Noise가 대표적인 예이다. 또한 Noise는 그 경로에 따라 전도성 Noise와 방사성 Noise로 구분하며 EMI 필터를 사용하여 감쇄시키는 방법은 전도성 잡음에 대한 대책으로 분류된다. 그림3은 전도성 Noise의 전류 경로와 잡음을 측정하는 방법을 나타낸 회로이다.

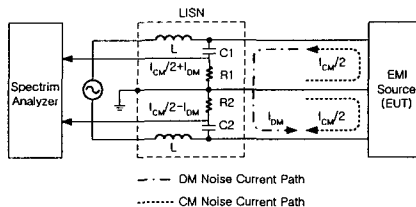


그림3. 잡음 경로와 측정 방법

## 2.3. 상용 전자식 안정기의 EMI Noise 측정

그림4는 상용 전자식 안정기의 EMI 특성이다. 주파수 100kHz에서 1MHz사이에서 제한치를 넘어가고 있는 것을 알 수 있다. 이것은 기존의 전자식 안정기의 필터 설계가 완전하지 않다는 것을 의미한다.

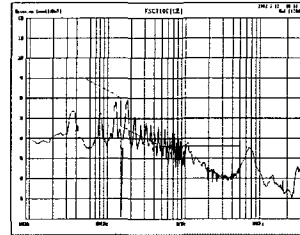


그림4 기존 전자식 안정기 EMI filter 특성

## 3. EMI Noise 대책 절차

본 논문에서는 LISN을 사용하여 CM Noise와 DM Noise를 분리한 후 각각에 대한 필터를 설계하여 CM Noise와 DM Noise를 독립적으로 감쇄시켰고 각각의 결과를 결합한 후 전체 Noise의 감쇄량을 확인하였다. 그러므로 EMI Noise 대책과정은 CM Choke와 Cy의 감쇄 특성을 이용하여 CM Noise 대책을 위한 필터를 먼저 설계하였으며, CM Choke의 Leakage 인덕턴스와 Cx의 감쇄 특성을 이용하여 DM Noise 대책을 위한 필터 설계를 설계하였다.

### 3.2 CM Noise 대책 과정과 특성

CM Noise 필터는 CM Choke의 인덕턴스 값과 Cy의 용량에 의해 감쇄 특성이 결정된다. 그림 5는 형광등용 전자식 안정기에서 EMI 필터를 제거한 후 측정된 CM Noise로서 EMI 제한선을 많이 벗어나고 있음을 알 수 있다.

우선, CM Noise 대책용 필터 설계를 위하여 감쇄시키고자 하는 주파수와 EMI Noise의 감쇄 범위를 설정하여야 한다.

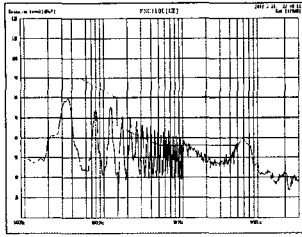


그림5. EMI 필터가 없을 때 CM Noise 특성

그림5에서 보면 주파수 100kHz에서 1MHz사이의 EMI Noise는 감쇄 제한 값을 상회하고 있으므로 본 논문에서는 현재 EMI Noise 발생량이 70dB $\mu$ V이므로 감쇄시키하고자 하는 주파수에서 -30dB $\mu$ V이상 감쇄시키는 것을 CM Noise의 감쇄 목표량으로 설정하였다. CM Noise를 감쇄시키기 위해서 본 논문에서 CM Noise 대책용 소자인 Cy, 철심 코어로 만든 CM choke를 한개씩 추가하면서 특성을 살펴보았다. 최종적으로 그림6과 같이 철심 Core로 제작된 CM Choke와 Cy, 그리고 페라이트 Core로 제작된 CM Choke를 설치하는 것이 주파수 100kHz에서 1MHz사이에서 목표량에 근접한 감쇄효과를 얻을 수 있었다. 그림 6(b)와 같이 설치함으로써 제한하고자 하는 주파수 대역에서 CM Noise는 평균적으로 70dB $\mu$ V에서 35dB $\mu$ V로 떨어졌다.

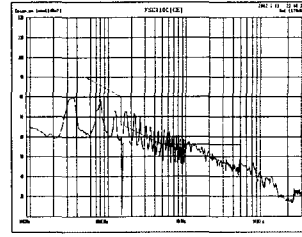


그림7. EMI 필터가 없을 때 DM Noise 특성

그림 7은 형광등용 전자식 안정기에서 EMI 필터가 없을 때 측정된 DM Noise로서 주파수가 200kHz에서 1MHz사이에서 EMI 제한 규정을 많이 벗어나고 있음을 알 수 있다. 하지만 그림6과 같은 CM Noise 대책이 수립되는 과정에 그림8과 같이 DM 성분의 Noise까지 감쇄가 일어난다는 것을 알 수 있다.

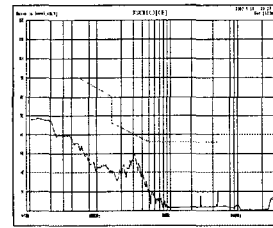
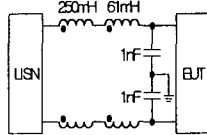
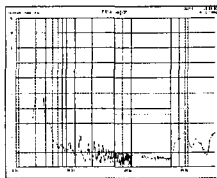


그림8. CM Noise 대책 후 DM Noise 감쇄 특성



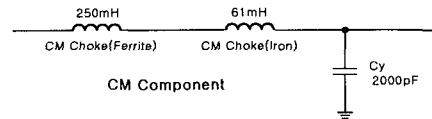
(a) CM Noise 감쇄 특성 (b) 회로도

그림6. CM Noise에 대한 종합적 대책

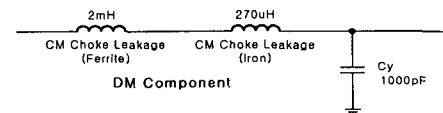
### 3.2 DM Noise 대책 과정과 특성

DM Noise 필터 설계는 CM Noise 필터 설계와 동일한 방법으로 실시할 수 있으며 DM Choke의 인덕턴스 값과 Cx의 용량에 의해 감쇄 특성이 결정된다.

CM Choke만으로 DM Noise가 감쇄되는 이유는 CM Choke의 Leakage 인덕턴스 성분이 DM Choke로서 동작하여 DM 성분의 Noise를 감쇄시켰기 때문이다.



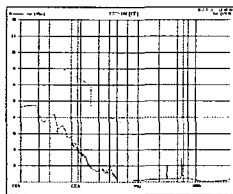
(a) CM component in the EMI filter



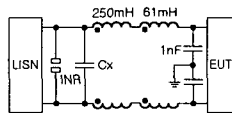
(b) DM component in the EMI filter

Fig 4.9 EMI Noise 대책 필터 구분

그림 4.9는 EMI 필터가 가지고 있는 특성을 CM Noise 감쇄에 영향을 끼치는 성분과 DM Noise 감쇄에 영향을 끼치는 성분으로 분리하여 나타낸 그림이다. DM Noise 대책 과정도 CM Noise 대책 과정과 동일하다. 첫째로 DM Noise 대책 필터 설계를 위하여 감쇄하고자 하는 EMI Noise의 주파수와 감쇄 범위를 설정하고 가장 많이 제한치를 벗어나는 주파수를 선택한다. 그림8에서 보면 주파수가 300kHz 부근에서 Noise 값이 가장 크며 40dB $\mu$ V이하로 Noise가 감쇄시키기 위해서는 -10dB $\mu$ V이상의 감쇄가 이루어져야 됨을 알 수 있다.



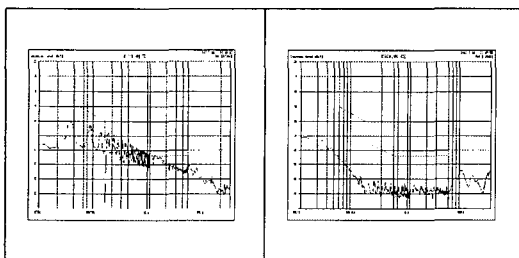
(a) DM Noise 감쇄 특성



(b) 회로도

그림.10 Cx를 사용한 DM Noise 감쇄 특성

추가적인 감쇄를 얻기 위해서 이제까지 삽입했던 철심 Core를 사용한 CM Choke와 Cy 커패시터, 그리고 페라이트 코어를 이용한 CM Choke를 변경하는 것이 아니라, 현 상태에서 적절한 값의 Cx 커패시터의 값을 찾는 것이 더욱 효과적이므로 적절한 Cx값을 선택하여야하며 그림10은 적용한 회로와 특성이다.



(a) 필터 설치 전

(b) 필터 설치 후

그림11. EMI Noise 필터 유무에 따른 특성 비교

그림11은 EMI 필터가 없을 때와 CM 및 DM Noise에 대한 대책을 수립한 후 필터 특성을 비교한 것이다. 그림11에서 보면 LISN을 사용하여 CM Noise와

DM Noise를 분리한 후, 각각의 Noise를 독립적으로 CM Noise와 DM Noise에 대해서 대책을 수립한 결과 DM Noise 및 DM Noise 각각의 성분뿐만 아니라 Total Noise도 제한선에 만족하는 것을 볼 수 있다. 이러한 사실에 근거하여 EMI Noise에 대한 필터 설계는 LISN을 사용하여 CM Noise와 DM Noise를 구분하는 것이 가장 중요하며, CM Noise와 DM Noise의 순서로 각각의 Noise를 감쇄시켜가는 것이 EMI 필터 설계의 지름길임을 알 수 있다. 또한 철심 core와 페라이트 core를 조합한 방식으로 했을 때, 효과적인 감쇄특성을 얻을 수 있음을 살펴보았다.

## V. 결론

본 논문에서는 현재 시중에서 판매되고 있는 제작회사가 다른 형광등용 전자식 안정기를 선택하여 EMI를 측정할 결과 100kHz와 1MHz사이의 EMI Noise가 국제규격의 제한선을 상회하고 있음을 알았으며 또한, 최근 중요시되고 있는 입력 전류의 고조파 함유량이 평균적으로 14.8%가 발생되고 있음을 알았다. 그러므로 본 논문에서는 100kHz와 1MHz사이의 EMI Noise 제거와 입력 전류의 고조파 함유량을 감소시킬 수 있는 형광등용 전자식 안정기의 EMI 필터를 설계하고 제작하였으며, 제작에 따른 절차를 설명함으로써 EMI 필터를 쉽게 설계, 제작할 수 있도록 하였다.

## 참고문헌

- [1] 박석하, 김양모, "전기.전자 장비의 EMI/EMC" 조명.전기설비학회지 제13권 제4호. 1999.12
- [2] Daniele Florean, Giorgio Spiazzi, "Common mode filter project by means of internal impedance measurements" 2000 IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility - Vol.2, V.2, 2000-08-21
- [3] Yong-Chae Jung, "EMI Analysis and Solution for Low Power Switching Power Supply" 2001 The Transactions of The Korean Institute of Power Electronics - Vol.6, No.2, 2001
- [4] 김철수 "전도 노이즈 대책과 필터 설계 방법" <http://www.emcis.co.kr> 2002.01
- [5] 정보통신부, "전자파 장애 방지 기준" 2000.10

본 연구는 강원대학교 BK21 사업의 지원을 받아 수행되었습니다